Aus dem botanischen Garten der Universität Breslau.

Die Blattanatomie der pleiandrischen Weiden.

Inaugural-Dissertation

veröffentlicht mit Genehmigung der

Hohen philosophischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau

von

Friedrich Bauer.

Montag, den 21. Juni 1909, Vormittags 11 Uhr

im Musiksaal der Universität

Vortrag:

„Ueber die Entwickelung der Pflanzenanatomie im 19. Jahrhundert"

und

Promotion.

ACAD. LANDBAU BIBL.

Breslau 1909.
Druck und Verlag H. Fleischmann

Gedruckt mit Genehmigung der hohen philosophischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau.

Referent: Professor Dr. **Pax.**

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Mai 1909.

Meinen Eltern

in herzlicher Dankbarkeit

gewidmet.

Die anatomische Systematik begann ihre Geschichte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und erlangte seitdem eine immer grössere Bedeutung, wie dies Solereder in der Einleitung zu seinem bekannten Werke näher ausführt[1]). Wo nun, wie innerhalb der Gattung *Salix*, die morphologische Systematik gerade in phylogenetischer Hinsicht noch manche Unklarheit enthält, erscheint der Versuch, auf anatomischem Wege Klarheit zu schaffen, um so berechtigter. Die erste dieser Methode folgende Arbeit lieferte W. Dobrowljansky[2]). Er will nur in grossen Zügen der anatomisch-systematischen Forschung den Weg innerhalb der Gattung *Salix* weisen und die bemerkenswertesten Momente hervorstellen.

Auf ihn bezugnehmend, studierten andere Forscher[3]) ganz unabhängig voneinander die Anatomie der Weidenblätter genauer und versuchten die phylogenetischen Beziehungen der Spezies zueinander innerhalb der Sektionen, sowie dieser untereinander festzustellen. Zu dem sehr ausführlichen Werke der beiden Camus, das sich nur auf europäische Weiden beschränkt, bildet die Gärtnersche Arbeit eine willkommene Ergänzung, indem sie hauptsächlich

---

[1]) Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen 1899.

[2]) Dobrowljansky, Vergleichende Anatomie der Blätter der Salicaceen. Arb. Petersb. Naturforschergesellsch. XIV (1888) 161. Vergl. auch Rothert in Bot. Zentralbl. 1889 II, 487.

[3]) A. et E. G. Camus, Classification des saules d'Europe et monographie des saules de France. Paris 1904. — H. Gärtner, Vergleichende Blattanatomie zur Systematik der Gattung Salix. Diss. Göttingen 1907.

die aussereuropäischen Arten behandelt. Dabei werden ebenfalls die tropischen Spezies, wenn auch nicht ganz vollständig, berücksichtigt. Auf die Ergebnisse dieser Arbeit wird im folgenden überall dort eingehender zurückgewiesen, wo dem Verfasser eigenes Untersuchungsmaterial nicht zur Verfügung stand. Da jedoch in der Gärtnerschen Abhandlung die pleiandrischen Spezies nur eine untergeordnete Rolle spielen und ihre verwandschaftlichen Beziehungen untereinander wie mit den Arten temperierter Gebiete nicht genügend erläutert werden, so bleibt in den erwähnten Arbeiten noch mancher Gesichtspunkt näher zu erörtern.

Die eigenen Untersuchungen beschränken sich fast lediglich auf die tropischen Arten. Es stellte sich aber heraus, dass einzelne widersprechende Angaben in den Arbeiten von Camus und Gärtner vorliegen, die einer Nachprüfung dringend bedürfen. Daher musste in solchen Fällen die Untersuchung sich auch auf die Spezies temperierter Gebiete erstrecken, die selbst nicht mehr zu den *Humboldtianae* gehören. Naturgemäss konnte eine derartige Ueberprüfung sich nur in bescheidenen Grenzen halten.

Eigene Studien über den Bau des Salixblattes.

Auf eine nähere Beschreibung des allgemeinen anatomischen Baues des *Salix*-Blattes soll hier nicht eingegangen werden, da sie bei Camus[1]) und Gärtner[2]) vollständig enthalten ist und die tropischen Weiden keine ihnen besonders zukommenden Merkmale aufzuweisen haben. Nur einige Punkte müssen hier erörtert werden. Eine Nachprüfung und Vergleichung der beiden neuesten Arbeiten zeigt nämlich, wie vorsichtig die Wertung der anatomischen Tatsachen auf ihre systematische Verwendbarkeit erfolgen muss. Erst nach diesen Erörterungen und in ihrem Lichte wird die vergleichend anatomische Besprechung der *Humboldtianae* an Gehalt gewinnen.

1. *Mesophyll.* Wie schon Dobrowljanski benützten zwar Camus und Gärtner ebenfalls zur Einteilung ausser der Epidermis auch den Bau des Mesophylls; aber dieses bildet in dem System der beiden französischen Forscher nicht mehr das Haupteinteilungsmoment, sondern die Gruppierung basiert hier auf den konstanteren Merkmalen der Epidermis, des Blattstieles und der Nerven. Auch sei beiläufig erwähnt, dass Camus nicht lediglich den inneren Bau der Blätter, sondern auch den der Sprosse berücksichtigen.

Selbst wenn das Assimilationsgewebe sehr konstant ausgebildet ist, wie bei *Salix cinerea* und *S. aurita*, so lässt

[1]) Camus, l. c. I, 29—37.

[2]) Gärtner, l. c. 4—17.

sich doch der Typus nicht immer scharf in Worten charakterisieren. Beispielsweise bezeichnen Camus[1]) und Gärtner[2]) das Mesophyll dieser beiden Arten als heterogen, d. h. dorsiventral, während über *S. pentandra* die Meinungen verschieden sind. Wir haben hier einen schwer zu definierenden Grenzfall vor uns. Jedenfalls möchte ich lieber den *S. pentandra*-Typus mit dem unterseits stark in die Breite gezogenen Mesophyll im Anschluss an Camus als heterogenen ansehen; doch die von Camus[3]) erwähnten grossen Interzellularen konnte ich nur beobachten zwischen der untersten Schicht des Schwammparenchyms und der Epidermis.

Wenn die beiden französischen Forscher in ihren Bestimmungsschlüsseln[4]) das vielgestaltige Mesophyll möglichst durch eindeutige Merkmale zu ersetzen suchten, so muss dieses Verhalten nur Zustimmung finden; denn dass für die Systematik nur solche Charaktere von Wichtigkeit sein können, die selbst unter veränderten äusseren Bedingungen konstant bleiben, ist wiederholt schon ausgesprochen worden. In diesem Sinne bedeutet ja die anatomische Methode nichts anderes, als eine Erweiterung oder Vertiefung der exomorphen Untersuchung.

2. *Epidermis.* Prüft man die Angaben von Camus, die sich auf den Bau der Epidermis beziehen, im einzelnen nach, so zeigt sich folgendes. Einzelne sehr charakteristische Spezies lassen sich in der Tat rein anatomisch identifizieren. Bei anderen dürfte es nur nach sehr langer Uebung möglich sein oder im Vergleich mit nächstverwandten Arten in richtig bestimmten Exemplaren. So zuverlässig auch die Camus-schen Daten im allgemeinen zu sein scheinen, so behalten sie doch nicht immer bei einer sorgfältigen Nachprüfung recht. Einige Beispiele mögen dies erläutern.

---

[1]) Camus, Tabelle 44, 45 und 175, 186.
[2]) Gärtner, l. c. 38.
[3]) Camus, l. c. I, 88.
[4]) Camus, l. c. I, 44, 45 und 60, 61.

Bei den erwachsenen Licht- wie Schattenblättern von *S. pentandra* und *S. triandra* fand ich im Gegensatze zu Camus[1]) den spaltöffnungsfreien Typus. Da nicht anzunehmen ist, dass diese systematisch aufs beste orientierten Forscher falsch bestimmtes Material untersuchten, so liegt hier ohne Zweifel ein Beobachtungsfehler vor. Selbst die Annahme, dass dieses Merkmal stark variieren könnte, widerlegen alle bisherigen Erfahrungen auf dem Gebiete der systematischen Anatomie und der Pharmakognosie. Meinen Untersuchungen lagen richtig bestimmte Exemplare von verschiedenen Standorten und aus verschiedenen Florengebieten zu Grunde; zum Teil wurden sie an Wimmerschen Originalen vorgenommen. Ausser einem lebenden Exemplare des Breslauer Botanischen Gartens und eines bei Nimkau selbst gesammelten Strauches untersuchte ich noch zwei andere *S. pentandra* der schlesischen Ebene, eine weitere aus dem Riesengebirge, eine aus der Flora von Königsberg i. Pr. und eine aus Gotland in Schweden. Für *S. triandra* wird zwar in den Diagnosen[2]) zugegeben, dass mitunter wenige Spaltöffnungen vorkommen, ich muss sie aber als den spaltöffnungsfreien Typus ansehen; denn wenn auch je ein Strauch aus der Breslauer und Ostpreussischen Flora ganz vereinzelt gut ausgebildete Spaltöffnungen auf der Oberseite zeigte, fehlten diese doch völlig an dem Material, das aus Schlesien, Ober-Oesterreich, Thüringen und Schweden stammte.

In die gleiche Rubrik der Tabellen von Camus fällt *S. babylonica*, bei deren Nachprüfung ich zu einem merkwürdigen, systematisch interessanten Ergebnis gelangte. Gärtner behauptet[3]) im Gegensatz zu Camus, *S. babylonica* besitze keine Spaltöffnungen auf der Oberseite. Ich konnte dagegen das Vorhandensein und zwar in ganz beträchtlicher Anzahl an drei Exemplaren südlicher Gebiete konstatieren. Sie stammten aus Armenien, Kurdistan und von San Remo.

---

[1]) Camus, l. c. I, Tabellen 44, 45 und 60, 61 sowie 88 und 94.
[2]) Camus, l. c. I, 94.
[3]) Gärtner, l. c. 25.

Auch ein Herbarexemplar des Breslauer Museums aus dem Jahre 1866 schliesst sich hier an. Bei den übrigen untersuchten, als *S. babylonica* bezeichneten Blättern aus der Umgebung von Breslau und New-Jersey in Nordamerika fehlte das besprochene Merkmal gänzlich. Das Interessante dieses Befundes liegt aber in folgendem. Jene Form ohne oberseitige Spaltöffnungen, die sicherlich auch Gärtner zu seinen Untersuchungen benützte, erwies sich als die winterharte Trauerweide unserer Gärten. Sie wurde als *S. pendulina* Wender., *blanda* Anderss. und *elegantissima* C. Koch beschrieben. Sollte sie keine aus Japan eingeführte Spezies sein, sondern der Bastard *S. babylonica* × *fragilis*, so würde diese Hybride überraschenderweise einen von dem Stammarten verschiedenen anatomischen Charakter besitzen; denn auch *S. fragilis* zeigt zahlreiche Spaltöffnungen auf der Blattoberseite. Nach Camus soll *S. babylonica* × *fragilis* Spaltöffnungen auf der Oberseite besitzen, wenn auch weniger als *S. fragilis*. Nach solchen Befunden neige ich allerdings mehr dazu, in *S. pendulina* eine eigene Art zu erblicken.

Die eigenen Untersuchungen an den Salix-Blättern bestätigen die früheren Angaben. Von der Fläche erscheinen die Epidermiszellen entweder isodiametrisch von 15—35 μ grossem Durchmesser, mitunter grösser bis zu 40 und 60 μ. Die sehr grossen Zellen sind meist nicht mehr isodiametrisch, sondern langgestreckt. Die Höhe schwankt im allgemeinen zwischen 10 und 30 μ. Nur bei der in Transvaal vorkommenden *S. Wilmsii* erreicht die obere Epidermis die Höhe von 40 μ, die untere von 60 μ. Die beiden Epidermen sind entweder gleich oder verschieden hoch, die tangentialen Aussenwände meist eben, im Querschnitt gradlinig, selten nach aussen vorgewölbt. Auch die radialen Wände erscheinen nur selten wellig gebogen, wie bei *S. alba*, *S. madagascariensis* und *S. persica*, bei den letzteren Arten allerdings weniger deutlich.

Die Zellulosenwände sind zuweilen durch Schleimbildung verdickt und engen das Lumen der Zelle stark ein.

Meist verschleimen die Mittel-, seltener die inneren Lamellen einer oder beider tangentialen Wände. Auf Flächenschnitten erscheinen auch oft die radialen Wände verschleimt. Der Querschnitt lehrt jedoch, dass dies keine allzu häufige Erscheinung ist, und dass der Schein eines derartigen Verhaltens dadurch hervorgerufen wird, dass die tangentialen Wände an den Rändern stärker als in der Mitte verschleimen. Je nachdem in einer Epidermiszelle eine oder beide tangentiale Wände verschleimen, werden Bilder hervorgerufen, als ob die betreffende Zelle eine oder zwei Querteilungen erfahren hätte. In diesem Sinne wurde auch die Erscheinung von Radlkofer[1]), dem ersten, der darauf hinwies, gedeutet. Erst Dobrowljanski gab die richtige Erklärung. Für die Systematik wird diese Eigenschaft nur von Gärtner herangezogen. Bei Camus bleibt sie jedoch nicht unberücksichtigt; sie[2]) betonen aber ausdrücklich, dass die verschleimte Epidermis nicht als systematischer Charakter gelten darf, da sie vielen, nach der Gesamtheit der übrigen Merkmale einander fernstehenden Arten zukommt.

Was die Kutinisierung und den Wachsbelag, der aus unregelmässig geformten Häufchen oder Stäbchen besteht, sowie die häufig vorkommenden Trichome anlangt, verweise ich auf die Angaben von Gärtner[3]). Zu dem ersten Punkte möchte ich jedoch bemerken, dass das Vorhandensein oder Fehlen der Kutikularleisten für manche Weidenarten einen sehr unsicheren systematischen Charakter abgibt. So zeigen z. B. Individuen verschiedener Standorte von *S. triandra* fast alle Uebergänge von undeutlicher bis zu scharfer und dichter Strukturierung. An *S. fragilis* haben Camus keine Streifung beobachtet[4]), während nach Gärtner „zarte Kutikularfalten" vorhanden sein sollen[5]), ich teile die erste Ansicht, obwohl die Beobachtung lehrt, dass sich vereinzelt Partien mit

---

[1]) Radlkofer, Monogr. Serjania (1875) 103.
[2]) Camus, l. c. I, 34, 35.
[3]) Gärtner, l. c. 4, 5.
[4]) Camus, l. c. I, Tabellen 44, 45 und 60, 61 sowie 81, 82.
[5]) Gärtner, l. c. 25.

sehr zarter Strukturierung finden. Es würde demnach für *S. fragilis* das besprochene Merkmal kein sicheres und leicht konstatierbares sein. Dasselbe scheint auch für die pleiandrischen Weiden zu gelten. Bei ihnen zeigt dieses Merkmal ebenfalls eine grosse Inkonstanz, die bei *S. acmophylla* und *S. Safsaf* sehr augenfällig ist. Es würde somit die Soleredersche Ansicht, dass die Zeichnung der Kutikula in systematischer Hinsicht wichtiger sei als die Dicke[1]), für die vorliegende Gattung eine Einschränkung erfahren müssen. Vielmehr ist für die *Salicaceen* gerade die Dicke der Kutikula von systematischem Wert, weswegen sie auch in den bisherigen Bearbeitungen nicht unberücksichtigt bleibt. Auch hier stehen aber für *S. purpurea* zwei sich widersprechende Ansichten gegenüber. Nach Gärtner ist deren Kutikula zart[2]), nach Camus[3]) auf der Unterseite „ziemlich dick", im Gegensatz zu *S. babylonica*, *alba*, *fragilis*, *pentandra* und *triandra*. In der Camusschen Diagnose von *S. purpurea*[4]) findet sich leider keine nähere Angabe. Nach meinen eigenen Studien erreicht sie nicht die Höhe von 3 μ.

3. *Spaltöffnungen.* Es bestätigt sich für die Gattung *Salix* die schon anderweitig gewonnene Erfahrung, dass das Fehlen der Spaltöffnungen auf der Oberseite ein durchaus konstantes systematisches Merkmal ist; nur muss man mit kleinen, durch biologische Faktoren verursachten Schwankungen rechnen[5]).

Dass die Grösse der Spaltöffnungen im Flächenschnitt für die europäischen Arten eine grosse Konstanz besitzt, ist bereits von Camus[5]) hervorgehoben worden. Wie schon Solereder[6]) festgestellt hat, sind die Spaltöffnungen der

---

[1]) Solereder, Systematik 905.
[2]) Gärtner, l. c. 33.
[3]) Camus, l. c. I, Tabelle 60, 61.
[4]) Camus, l. c. I, 102—103.
[5]) Camus, l. c. I, 35.
[6]) Solereder, Systematik 896.

Weiden nach dem *Rubiaceen*-Typus gebaut. Bemerkenswert ist jedoch, dass die häufig vorkommenden Nebenzellen sich niemals gegenseitig umschliessen. Die Schliesszellen können im Querschnitt die Höhe der angrenzenden Epidermiszellen besitzen, wie bei *S. alba*, *purpurea*, *Humboldtiana* u. a., oder sie sind wie bei den *Humboldtianae* fast durchgehends kleiner. Die Tiefe der Einsenkung unter das obere Niveau der Epidermis möchte ich als den anatomischen Ausdruck für den Grad der Xerophilie ansehen.

4. *Hypodermis.* Eine grosse systematische Bedeutung wird in den Arbeiten von Camus und Gärtner der Hypodermis beigemessen, die gewissermassen als besonderes Gewebeelement Erwähnung findet. Sie entsteht nicht durch Querteilung der Epidermiszellen, sondern stellt die äusserste Schicht des Mesophylls dar. Auf der Oberseite findet sie sich nach Gärtner[1]) nur bei folgenden fünf extratropischen Spezies: *S. sessilifolia* Nutt., *S. Hindsiana* Benth., *S. longifolia* Mühl., *S. taxifolia* H.B.K. und *S. macrolepis* Turcz. Bis auf die letzte Spezies, die der zentralasiatischen Flora angehört, handelt es sich um Arten des wärmeren Nordamerikas. Die Form der Hypodermiszellen ist entweder isodiametrisch oder gestreckt senkrecht zur Richtung der Palissadenzellen. Es sind chlorophyllarme ± kollenchymatische Zellen, die oft in reichlicher Menge Gerbstoff führen. Meist treten sie nur in der Nähe der Gefässbündel auf, breiten sich aber zuweilen flächenartig aus, so dass sie eine zusammenhängende Zellschicht zwischen Mesophyll und Epidermis bilden. Eine mehrschichtige Hypodermis ist für die Gattung *Salix* noch nicht konstatiert worden. Obwohl das Hypoderm zweifellos einen Transpirationsschutz darstellt, findet es sich doch mit solcher Konstanz, dass in ihm ein systematischer Charakter erblickt werden muss. Ueber sein Vorhandensein oder Fehlen gehen die Meinungen wieder

[1]) Gärtner, l. c. 31.

sehr auseinander. So glaubt beispielsweise Gärtner[1]), bei *S. triandra* und *S. pentandra* ein sehr deutlich entwickeltes Hypoderm gefunden zu haben, während es nach Camus[2]) niemals vorhanden sein soll. Ich konnte es für beide Arten in der Nähe der Gefässbündel nachweisen, auch wenn diese durch Teile des Mesophylls von der Epidermis getrennt waren. Die Hypodermis verbreiterte sich hier oft sogar seitlich, ohne jedoch einen zusammenhängenden Belag zu bilden. Bei *S. fragilis* und *S. alba* fand ich im Gegensatz zu Gärtner die Hypodermis nicht kollenchymatisch verdickt.

5. *Drüsen.* Ausser den sehr auffälligen Drüsen des Blattstieles, die bei *S. pentandra* in grosser Zahl vorhanden sind, tragen meist die Zähne des Blattrandes papillöse Zellen. Wie Gärtner beobachtete[3]), rücken sie bei den Blättern, deren Rand nach unten umgebogen ist, auf die Blattoberseite. Die tropischen Weiden zeigen diese Eigentümlichkeit nicht.

6. *Zellinhalt.* Von besonderen Zellinhaltstoffen sei zunächst der Gerbstoff erwähnt. Sehr reichlich findet er sich im Stiel, in den Nerven und den Epidermiszellen, weniger im Hypoderm und am wenigsten im Assimilationsgewebe. Bei Camus bildet er eines der Haupteinteilungsmomente. Diese Forscher fanden nämlich, dass der mit Eisenchlorid behandelte Gerbstoff bei den europäischen Spezies verschiedene, aber konstant bleibende Reaktionen aufweist. Für die *Humboldtianae* gilt das nicht im gleichen Masse, denn die dunkelbraune bis schwarze, niemals aber grüne oder blaue Färbung variiert innerhalb der Art.

Als Zelleinschluss erscheint auch sehr häufig Calciumoxalat, entweder in Form von Drusen in Blattstiel und

---

[1]) Gärtner, l. c. 24.
[2]) Camus, l. c. I, Tabelle 44, 45.
[3]) Gärtner, l. c. 15.

Mesophyll oder als Einzelkrystalle in der Epidermis und den die Bastbelege begleitenden Kammerfasern.

Schliesslich müssen noch die gelben, nierenförmigen Sphärite der Epidermis Erwähnung finden. Ueber ihre chemische Natur berichten die beiden Camus[1]) nur, dass sie in Alkali löslich seien. Gärtner[2]) hält sie für Hesperidinkrystalle. Die Sphärite zeigten auch in der Tat die von Zimmermann[3]) und Strasburger[4]) angegebenen Hesperidinreaktionen mit Ausnahme einer einzigen. Sie wurden nämlich von konzentrierter Essigsäure nicht gelöst. Das gab zu der Vermutung Anlass, dass die Sphärokrystalle doch vielleicht aus einem anderen Stoffe beständen. Das nahe verwandte Pseudohesperidin[5]) kam von vornherein nicht in Betracht, da konzentriertes Ammoniak wohl eine Gelbfärbung, aber keine Auflösung bewirkte. Dass es sich ferner nicht um Inulin oder irgend einen Zucker handeln konnte, ging schon daraus hervor, dass die Krystalle in heissem Wasser ungelöst blieben, Fehlingsche Lösung nicht reduzierten mit Thymol und Schwefelsäure keine Rotfärbung, mit α-Naphtol keine Violettfärbung, sondern mit dem letztgenannten Reagenz nur die für das Hesperidin typische Gelbfärbung ergaben.

Von anorganischen Stoffen konnte für die Sphärite nur Calciumphosphat in Betracht kommen. Die Phosphatreaktion mit Ammoniummolybdat in saurer Lösung trat nicht ein, wenn man sie am mikroskopischen Präparat herbeizuführen suchte. Veraschte man jedoch ein grösseres Stück der Spreite, so zeigte dies in wenig Salpetersäure gelöst und mit Ammoniummolybdat versetzt die typische Phosphorsäurereaktion. Dasselbe chemische Verhalten zeigten aber auch Blätter, in denen sich weder nach dem Trocknen an der Luft, noch bei längerem Verweilen in Alkohol Sphärite abschieden. Es dürfte demnach zwar das Anion der Phosphorsäure im *Salix*blatte

---

[1]) Camus, l. c. I, 36.
[2]) Gärtner, l. c. 8.
[3]) Zimmermann, Botanische Microtechnik (1892) 91.
[4]) Strasburger, Botan. Prakt. IV. Aufl. (1902) 684.
[5]) Strasburger, l. c. 714.

in reichlicher Menge vorhanden sein, aber nicht als Hauptbestandteil der Sphärokrystalle. Dass diese keinesfalls aus Calciumphosphat bestehen, beweist unter anderem das Verhalten gegen Schwefelsäure. In dieser Säure lösen sie sich einfach auf, ohne dass an ihrer Stelle Gypsnadeln auftreten.

Es scheint somit die Gärtnersche Auffassung über die chemische Beschaffenheit der Sphärokrystalle das meiste für sich zu haben.

Während der Gerbstoff sich in erwachsenen Blättern fast durchgehends findet, treten die Sphärite nur bei einzelnen Spezies auf, von denen sie dann wenigstens die Vertreter temperierter Gebiete scharf charakterisieren. Unter den *Pleiandrae* fand ich die Sphärite nur bei denjenigen Exemplaren von *S. acmophylla*, die aus Tibet stammten.

7. *Blattstiel und Nerven.* Der Bau des Blattstieles und der Nerven ist sehr eingehend bei Camus[1]) dargestellt. Hier möge nur erwähnt sein, dass deren Form im Querschnitt, die Gestalt der leitenden wie der mechanischen Elemente für die Weiden temperierter Gebiete von systematischem Werte zu sein scheint. Für die tropischen lassen sich dagegen keine Gesetzmässigkeiten finden, sofern man von den Arten des Kaplandes absieht. Wie Stiel und Nerven bei den einzelnen Individuen der vom Verfasser untersuchten pleiandrischen Arten gebaut sind, zeigen die Diagnosen des nächsten Abschnittes genauer.

8. *Erstlingsblätter.* Jeder, der die Sprosse der Weiden morphologisch untersucht, wird zwischen den zuerst ausgegliederten Blättern und den fertigen Blattformen Unterschiede finden. Diese Tatsache ist bei der Bewertung fossiler Funde viel zu wenig berücksichtigt worden; denn sonst hätte z. B. Goeppert[2]) von einer so beschränkten Lokalität, wie es die Tonlager von Schossnitz bei Breslau sind, nicht 13

[1]) Camus, l. c. I, 29—33.

[2]) Goeppert, Tertiäre Flora v. Schossnitz in Schles. (1855) 24.

verschiedene Arten beschreiben können. Unter den Abdrücken befinden sich meiner Meinung nach auch solche von Erstlingsblättern. Wie diese für die fossilen Formen nur von geringer systematischer Bedeutung sein dürften, liefert die anatomische Identifizierung rezenter Arten nur dann brauchbare Resultate, wenn ausgewachsene Blätter zur Untersuchung gelangen.

Die Erstlingsblätter und die Blätter der Weiden in jugendlichem Zustande zeigen nämlich auch für ferner stehende Spezies ziemlich den gleichen, aber von den erwachsenen Blättern stark abweichenden Bau.

Ein meist sehr lockeres Schwammparenchym wird oben wie unten von bald gestreiften bald glatten, wenig kutinisierten Epidermen überzogen, deren jede Spaltöffnungen führt. Der Typus, dem die oberseitigen Spaltöffnungen fehlen, differenziert sich erst an den späteren Blättern oder im älteren Zustande heraus. Oft zeigen die erwachsenen Blätter noch hier und da vereinzelt die ehemals funktionierenden, jetzt funktionslos gewordenen Spaltöffnungen auf der Oberseite.

Die pleiandrischen Weiden.

1. Aufzählung der Arten und ihre geographische Verbreitung.

Die Sektion der *Humboldtianae* im Sinne von Pax[1]) bewohnt fast ausschliesslich tropische Gebiete mit einem stark zerklüfteten Areale, das auf Asien, Afrika, Mittel- und Süd-Amerika sich erstreckt, ohne zusammenhängende Gebiete zu umfassen. In Australien fehlen die Weiden ganz, und auch in Nordamerika finden sich keine *Humboldtianae*, ebensowenig wie in Europa. Auf den westindischen Inseln[2]) verdanken sie ihr Vorkommen der Kultur, aus der sie dort leicht verwildern. Die nördlichsten Standorte für die *Humboldtianae* liegen auf afrikanischem Boden in Aegypten; die Nordgrenze durchschneidet ferner Nordasien unter dem 40. Breitengrade, zieht dann durch die zentral-chinesischen Provinzen Yünnan, Szech'uan, Hupeh und durchquert Zentral-Amerika in Neu-Mexiko und am Rio Grande. Die Südgrenze verläuft in Amerika durch Argentinien und Mittel-Chile, in Afrika durch das Kapland und in Asien auf den grossen Sundainseln. Auch aus Madagaskar sind Weiden bekannt.

Nirgends aber in diesem grossen Gebiete tritt die Gattung artenreich auf, sondern immer nur mit wenigen, oft vereinzelten Arten. Darin liegt ein scharfer Gegensatz zu der Verbreitung der Gattung in der nördlich-gemässigten Zone, die wohl in allen Gebieten, von der Ebene bis zum

[1]) Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam. III, 1 (1889) 36.
[2]) Urban, Symbolae Antillanae IV (1905) 193.

Hochgebirge, durch einen besonderen Artenreichtum ausgezeichnet ist. Selbst die neuere floristische Erforschung der zentral-chinesischen Provinzen hat kaum diese Tatsache zu modifizieren vermocht.

A. Asiatische Arten.

Die asiatischen Weiden bilden pflanzengeographisch drei Gruppen:

a) Die *Tetraspermae*, die Bewohner Indiens, die zum Teil auch ins Monsungebiet reichen.

b) Die *Sinenses*, die Arten des zentralen Chinas und des Monsungebietes.

c) Die *Acmophyllae*, deren Verbreitung in die armenisch-iranische Mediterranprovinz fällt.

a. Tetraspermae.

1. *S. tetrasperma* Roxb. Pl. Corom. I (1795) 66 t. 97; Miq. Fl. Ned. Ind. I, 2 (1859), 460; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 192; Hook. f. Fl. Brit. Ind. V (1888) 626.

Vorderindisches Gebiet und Monsungebiet. Vom Punjab bis Assam und südwärts bis Singapore; auch auf Java und Sumatra, fehlt aber auf Ceylon.

2. *S. pyrina* Wall. Cat. n. 3705; Anderss in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 193. — *S. tetrasperma var. pyrina* Hook. f. Fl. Brit. Ind. V (1888) 627.

Tropischer Himalaja, namentlich Nepal.

3. *S. Junghuhniana* Anderss. ex. Miq. Illustr. Fl. Arch. ind. (1870) 13.

Monsungebiet, Java.

Diese Spezies soll nach Andersson zwischen *S. populifolia* und *S. tetrasperma* stehen.

4. *S. urophylla* Lindl. in Wall. Cat. n. 3708; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 194: Hook. f. Fl. Brit. Ind. V (1888) 637.

Monsungebiet: Ost-Indien.

Gehört wohl unzweifelhaft zu den *Tetraspermae*, ist aber vielleicht mit einer der anderen Arten identisch.

5. *S. ichnostachya* Lindl. in Wall. Cat. n. 3704; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 194; Hook. f. Fl. Brit. Ind. V (1888) 628.

Vorderindisches Gebiet: Hindostanische Provinz.

b) Sinenses.

b) *S. tonkinensis* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXI Beibl. 53 (1896) 53.

Monsungebiet: Tonkin.

7. *S. Balansaei* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXIII Beibl. 57 (1897) 44.

Monsungebiet: Tonkin.

8. *S. Mesnyi* Hance in Journ. Bot. XX (1882) 38; Diels in Englers Bot. Jahrb. XXIX (1900) 295.

Monsungebiet: China, Canton, vielleicht auch in Hupeh.

9. *S. Warburgii* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXIII Beibl. 57 (1897) 43.

Monsungebiet: Formosa.

10. *S. heterochroma* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXI Beibl. 53 (1896) 56.

Zentralchina: Provinz Hupeh.

11. *S. dictyoneura* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXIX (1900) 275.

Zentralasien: Nanch'uan.

12. *S. angiolepis* Lévl. et Vant. in Fedde, Repert. III (1906) 22.

Zentralchina: Kouy-Tschéou, Pin-fa.

13. *S. anisandra* Lévl. et Vant. in Fedde Repert. III (1906) 22.

Zentralchina: Kouy-Tschéou, Pia-Fong.

14. *S. dodecandra* Lévl. et Vant. in Bull. Soc. Bot. France LII (1905) 141.

Zentralchina: Kouy-Tschéou, Pin-fa.

15. *S. polyandra* Lévl. in Bull. Soc. Agr. Sc. arts, Sarthe 39 (1904) 325.

Zentral-asiatisches Gebiet: Yünnan.

c. Acmophyllae.

16. *S. acmophylla* Boiss. Diagn. I, 7 (1846) 98; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 195; Boiss. Fl. orient. IV (1879) 1183; Hook. f. Fl. Brit. Ind. V (1888) 628.

Armenisch - iranische Mediterranprovinz: Von Syrien und Persien durch Afghanistan bis Nordwest-Indien. Diese weit verbreitete Art umschliesst mit ihrem Areale die übrigen zu dieser Gruppe gehörigen Spezies.

17. *S. persica* Boiss. Diagn. I, 7 (1846) 98; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 195; Boiss. Fl. orient. IV (1879) 1183.

Armenisch-iranische Mediterranprovinz: Südpersien.

18. *S. Daviesii* Boiss. Diagn. I, 7 (1846) 98; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 195; Boiss. Fl. orient. IV (1879) 1184.

19. *S. carmanica* Bornm. in Sched.

Armenisch-iranische Mediterranprovinz: Ostpersien.

Nur als kultivierte Pflanze bekannt.

20. *S. acmophylloides* Hausskn. et Bornm. in Sched Mittlere Mediterranprovinz: Assyrien. — Nur steril bekannt.

B. Afrikanische Arten.

1. *S. Safsaf* Forsk. Fl. Aegypt. Arab. (1775) 76; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 196; Boiss. Fl. orient. IV (1879) 1183; Engler, Hochgebirgspfl. Afr. (1892) 189.

Südliche Mediterranprovinz und nordafrikanische Steppenprovinz: verbreitet in Ober- und Unterägypten, Nubien und Abessinien.

2. *S. Chevalieri* Seemen in Fedde, Repert. V (1908) 133.

Sudan, zwischen Dialiba und Sangana.

3. *S. Senegalensis* Mertens ex Anderss. in Vet. Acad. Handl. Stockholm VI (1867) 12; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 197.

Senegambien.

4. *S. huillensis* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXIII Beibl. 57 (1897) 45.

Benguela, Huilla.

5. *S. ramiflora* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXIII Beibl. 57 (1897) 45.

Benguela, Huilla.

6. *S. nigritina* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXIII Beibl. 57 (1897) 46.

Benguela, Humpata.

7. *S. crateradenia* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXVII Beibl. 64 (1900) 9.

Britisch-Betschuanaland.

8. *S. Wilmsii* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXVII Beibl. 64 (1900) 9.

Transvaal: Lydenburg.

9. *S. Woodii* Seemen in Englers Bot. Jahrb. XXI Beibl. 53 (1896) 53.

Natal: An der Tugela.

10. *S. capensis* Thunb. Fl. cap. I (1823) 139; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 197.

Kapland.

11. *S. mucronata* Thunb. Prodr. pl. cap. I (1794) 6. *S. capensis var. mucronata* Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 198.

Kapland.

12. *S. hirsuta* Thunb. Prodr. pl. cap. I (1784) 6. — *S. capensis var. hirsuta* Anderss. in DC. Prodr. XVI) 2 (1868) 198.

Kapland.

C. Malagassische Art.

1. *S. madagascariensis* Bojer ex Anderss. in Vet. Acad. Handl. Stockholm VI (1867) 15; in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 198.

Madagaskar.

D. Amerikanische Arten.

1. *S. Humboldtiana* Willd. Spec. pl. IV (1805) 657; Leybold in Fl. brasil. IV, 1 (1852—63) 225; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 199; Griseb. Symb. Fl. Argent. (1879) 42.

Südamerika: Die Südgrenze verläuft von Montevideo über Entre-Rios und Cordoba nach Mittel-Chile. Die nördlichsten natürlichen Standorte sind der Amazonenstrom und die Garupa. Die wirkliche Nordgrenze ist jedoch nicht mit Sicherheit festzustellen, da nach Urban (Symb. Antillan. IV, 193) die Spezies bis nach den westindischen Inseln hin „culta et subspontanea" sich vorfindet. Ueber die Verbreitung im Osten Brasiliens liegen bisher keine Angaben vor.

2. *S. Bonplandiana* H.B.K. nov. Gen. et Spez. II (1817) 24 t. 101, 102; Anderss. in DC. Prodr. XVI, 2 (1868) 200.

Zentral-Amerika. Die Nordgrenze bildet der Chihuahua-Staat, Neu-Mexico und der Rio-Grande.

E. Arten, die bezüglich ihrer systematischen Stellung unsicher sind.

a. Art, deren männliche Blüten unbekannt sind.

1. *S. cyanolimenaea* Hance in Journ. Bot. London XX (1882) 294.

China: Am Ko-ko-nor.

b. Unvollkommen beschriebene asiatische Arten, die vermutlich zu *S. tetrasperma* in Beziehung stehen.

2. *S. populifolia* Anderss. in Vet. Acad. Handl. Stockholm (1850/51) 494; Anderss. in DC. Prod. XVI, 2 (1868) 194.

Vorderindisches Gebiet: Ostindien.

3. *S. sumatrana* Miq. Fl. Ind. Bat. Suppl. (1860) 474.
Sumatra.

4. *S. chinensis* Burm. Fl. Ind. (1768) 211.
China, Java.
Wahrscheinlich ist dies nur eine Sammelspezies.

c. Unvollkommen beschriebene, vermutlich zu *S. Bonplandiana* in Beziehung stehende Arten.

5. *S. latifolia* Mart. et Gall. in Bull. Acad. Brux. X, 2 (1843) 344.
Mexiko.

6. *S. stipulacea* Mart. et Gall. in Bull. Acad. Brux. X, 2 (1843) 343.
Mexiko.

---

2. Beschreibung des anatomischen Befundes.

A. Asiatische Arten.

a. Tetraspermae.

Salix tetrasperma Roxb.

1) Exemplar von den Nilagiri-Bergen (Hohenacker n. 982). Dicke der Spreite 120—160 μ. Viel Gerbstoff, selbst in der Epidermis, was allen untersuchten Individuen der Art gemeinsam ist. Blattrand kollenchymatisch. Ober- und Unterseite der Epidermis im Flächenschnitt gleich, meist strukturiert. Zellen isodiametrisch bis länglich, 30—40 μ im Durchmesser. Trichome fehlen zwar, doch die Insertionsstellen ehemals vorhandener noch deutlich sichtbar. Unterseite mit zahlreichen Wachshäufchen. Höhe beider Epidermen 30—35 μ. Die äusseren und inneren tangentialen Wände beider Epidermen verschleimen bisweilen. Oberseitige Kutikula 6—8 μ; die ihr anliegende Zellulosemembran 3 μ. Unterseitige Kutikula 3—4 μ, Zellulose-

lamelle unmessbar dünn. Die Schliesszellen der nur unterseits vorhandenen Spaltöffnungen im äusseren Niveau der Epidermis, auf dem Flächenschnitt 25—35 μ lang. Nebenzellen stets vorhanden. 2 Palissadenschichten, 2 dichte Schwammparenchymschichten. Hypodermis höchstens auf der Unterseite der Nerven. Der Blattstiel von der Insertionsstelle am Sprosse bis zum Eintritt in die Spreite spitzhalbkreisförmig, unbehaart. Gefässbündel schon unten vereinigt, mit den freien Enden nach innen gebogen und von einer bald verholzenden Sklerenchymscheide umgeben. Gefässdurchmesser ca. 33 μ. Gefässbündel von mechanischer Scheide umgeben, oval. Xylem konkavkonvex. Kammerfasern und Drusen von Calciumoxalat im Rindenkollenchym, wie bei allen untersuchten Individuen der Art.

2) Exemplar aus Zentral-Indien (Mt. Abu). (Meebold n. 1968). Dicke der Spreite 100—130 μ. Mehr Gerbstoff als bei n. 982. Blattrand weniger stark kollenchymatisch. Beide Epidermen in der Flächenansicht verschieden. Oberseite gestreift; Zelldurchmesser 60 μ, Höhe 30—35 μ; einzelne Trichome sowie die Insertionsstellen ehemals vorhandener. Die Unterseite mit dichtem Wachsbelag; Zellen im Durchmesser 23—26 μ und nur 12—15 μ hoch. Die stark zerklüftete Kutikula der Oberseite 6—8 μ dick, die der Unterseite nur 3 μ. Die angrenzenden Zelluloselamellen beiderseits sehr dünn. Schliesszellen 20—25 μ, zahlreicher als bei n. 982, aber ebenfalls nur auf der Unterseite. Das Mesophyll wie bei dem unter n. 982 beschriebenen Individuum. Querschnitt des Blattstiels halbkreisförmig, im oberen Teile geflügelt. Der untere Teil zeigt 3 Gefässbündel. Diese rollen sich sehr bald auf und vereinigen sich mit ihren freien Enden zu einem geschlossenen Ringe. Dieser oben wie unten abgeplattet, zerfällt in der mittleren Partie des Stieles in zwei übereinanderliegende Teile. Durchmesser der Gefässe 24—35 μ. Mechanische Elemente nur zu beiden Seiten vorhanden. Sie bilden erst im Mittelnerven einen geschlossenen Ring. Trichome auf Blattstiel und Mittelnerv sehr zahlreich.

3) Exemplar aus Punjab (Meebold 8810). Ist von der eben beschriebenen n. 1968 anatomisch nicht verschieden; nur der Blattstiel zeigt auf der Unterseite starke Einbuchtungen.

Die sich hier anschliessenden Arten, *S. pyrina* Wall. und *populifolia* Anderss. werden von Gärtner[1]) kurz charakterisiert.

b. Sinenses[2]).

Da nach Gärtner die *Sinenses* keine oberseitigen Spaltöffnungen besitzen, so stehen sie unzweifelhaft den eben besprochenen *Tetraspermae* sehr nahe, denen sie auch geographisch benachbart sind.

c. Acmophyllae.

Salix acmophylla Boiss.

1) Exemplar aus Südpersien (Th. Kotschy in Hohenacker Pl. Pers. autr. n. 323, 620). Spreite 120—160 μ dick. Gerbstoff nicht so reichlich wie bei *S. tetrasperma*. Er findet sich bei allen Individuen der untersuchten Art im Stiel, den Nerven und dem Mesophyll, nicht aber in der Epidermis. Blattrand wenig kollenchymatisch. Epidermis der Ober- und Unterseite gleich ausgebildet, die letztere nur an den Wachshäufchen kenntlich. Trichome fehlen. Zellen beider Epidermen von der Fläche gesehen 30—35 μ im Durchmesser, im Querschnitt 15—18 μ hoch. Kutikula und Zellulosemembran der Oberseite ca. 3 μ, unterseits dünner. Die tangentialen Zellulosewände verschleimen zumeist und zwar am stärksten an den Rändern, ein Verhalten, das auf den Flächenschnitten eine Verschleimung der Radialwände vortäuschen kann. Die Schliess-

---

[1]) Gärtner, l. c. 23,24.

[2]) Den anatomischen Bau der chinesischen Arten, die mir zur Untersuchung selbst nicht vorlagen, entnehme ich der Arbeit von Gärtner, l. c. 22—26. Die dort enthaltenen Diagnosen stelle ich der besseren Uebersichtlichkeit wegen in der folgenden Tabelle zusammen.

Chinesische Arten.

	S. tonkinensis Seemen.	*S. Balansaei* Seemen.	*S. heterochroma* Seemen.	*S. dictyoneura* Seemen.	*S. Warburgii* Seemen.
Epidermis	Beide Epidermen gleich hoch. Oberseits Kutikularfalten. Kutikula derb.	Wie bei *S. tonkinensis*; ausserdem verschleimen aber die äusseren tangentialen Wände der Oberepidermis.	Obere Epidermis etwas höher als die untere. Kutikula ziemlich zart. Die äusseren Tangentialwände der Oberepidermis verschleimen.	Obere Epidermis etwas höher als die untere Oberseits deutliche Kutikularfalten.	Oberseits feine Kutikularfalten. Kutikula derb.
Trichome	Beiderseits wenige.	Unterseits zahlreich.	Unterseits zahlreich.	Unterseits einzelne	Beiderseits einzelne
Spaltöffnungen.	Nur auf der Unterseite.	Nur auf der Unterseite.	Nur auf der Unterseite.	Nur auf der Unterseite.	Nur auf der Unterseite.
Drüsen	vorhanden	vorhanden	fehlen	vorhanden	vorhanden
Mesophyll	Die 4—5 Palissadenzellreihen nehmen nach dem Hypoderm zu stark an Höhe ab, so dass die Zellen der letzten Schicht isodiametrisch sind.	Die ersten Schichten des Mesophylls bestehen aus Palissadenzellen, die beiden letzten dagegen aus mehr isodiametrischen Elementen. Hypodermis fehlt.		Die 5 Palissadenzellschichten nehmen nach der Unterseite zu etwas an Höhe ab. Hypoderm so hoch wie die Unterepidermis u. mit etwas verdickten Wänden.	Die 5 Palissadenzellreihen nehmen nach dem Hypoderm zu stark an Höhe ab.
Blattstiel und Mittelnerv	Mittelrippe stark hervortretend.	Markständige Gefässbündel im Blattstiel.	Mittelrippe scharf hervortretend.	Mittelrippe stark hervortretend.	Mittelrippe wenig hervortretend.

zellen besitzen mitunter Nebenzellen, liegen stets im äusseren Niveau der Epidermis und sind von der Fläche gesehen 26—28 μ lang. 2-schichtiges Palissaden- und 2-schichtiges Schwammparenchym. Zwischen beiden eine, selten 2 Schichten isodiametrischer Zellen, die wenig Gerbstoff enthalten. Hypodermis fehlt. Blattstiel fast kreisförmig, unten wenig abgeplattet. Die Vereinigung der 3 in den Blattstiel eintretenden Gefässbündel findet noch im unteren Teile statt. Sonst wie bei den Meebold'schen Individuen der *S. tetrasperma*. Die Kammerfasern kommen auch hier allen untersuchten Individuen der Art zu.

2) Exemplar aus dem transkaspischen Gebiet (Sintenis, It. transcasp.-pers. n. 1964). Dicke der Spreite über 200 μ. Gerbstoff wie bei dem soeben beschriebenen Exemplar. Blattrand etwas stärker kollenchymatisch. Oberseitige Epidermis im Gegensatz zu n. 323,620 stark gestreift, Zellen in der Flächenansicht entweder isodiametrisch von 20—25 μ Durchmesser oder langgestreckt bis zu 50 μ; Höhe 20 μ. Unterseite ohne Streifung, Zellen ebenso bis auf die Höhe, die nur 16 μ beträgt. Oberseitige Kutikula 4 μ, unterseitige dünner. Die auch oberseits vorkommenden Schliesszellen 20—22 μ lang. Im übrigen wie bei Exemplar n. 323,620. Mesophyll wie n. 323,620, stellenweise Hypodermis. Der halbkreisförmige Blattstiel ist auf der Unterseite stark eingebuchtet, sonst wie bei n. 323,620.

3) Exemplar aus Mesopotamien (Sintenis It. orient. [1888] n. 491.) Dicke der Spreite 100—150 μ. Gerbstoff fast nur auf den Blattstiel beschränkt. Blattrand nicht kollenchymatisch. Nur die Oberseite ist schwach gestreift. Zellen von der Fläche 25—30 μ im Durchmesser. Unterseits Wachs. Zellhöhe 15—15 μ. Sonst wie bei n. 1964. Mesophyll 4—5-schichtig, das Schwammparenchym sehr dicht gefügt, Hypoderm deutlich. Blattstiel und Mittelnerv wie bei dem Hohenackerschen Exemplar; die Vereinigung der 3 Gefässbündel findet aber hier erst im oberen Teile des Blattstieles statt.

4) Exemplar aus West-Tibet, Provinz Bálti (Schlagintweit n. 5648). Spreite 150—200 μ dick. Gerbstoff in Stiel, Nerven und Mesophyll. Die oberseitige Epidermis enthält Sphärokrystalle von unregelmässig nierenförmiger Gestalt. Blattrand stark kollenchymatisch. Beide Epidermen ohne Strukturierung. Zellen von der Fläche meist länglich 20×50 μ, im Querschnitt die der Oberseite 30—35 μ hoch, die der Unterseite 25 μ nicht übersteigend. Oberseits Insertionsstellen ehemaliger Trichome, unterseits Wachs. Oberseitige Kutikula 4 μ, unterseitige sehr zart. Verschleimung der Zelluloselamellen wie bei dem Hohenacker'schen Exemplar n. 323,620. Spaltöffnungen oberseits nur vereinzelt. Mesophyll 4-schichtig. Palissaden- und Schwammparenchym wenig unterschieden. Nach unten hin werden die Zellen kürzer und sternförmig gestaltet. Hypodermis fehlt. Blattstiel und Mittelnerv viel Gerbstoff enthaltend, beharrt; sonst wie bei n. 1964.

5) Exemplar aus West-Tibet Provinz Hasóra (Schlagintweit n. 6211). Dicke der Spreite 100—130 μ. Gerbstoff und Sphärite wie bei dem Schlagintweit'schen Exemplare der Provinz Bálti. Blattrand kollenchymatisch. Oberseitige Epidermis ohne Streifung und ohne die Insertionsstellen ehemals vorhandener Trichome. Die Unterseite ist mit Wachsstäbchen bedeckt. Zellen beider Epidermen von der Fläche 20×25 μ, selten länglich; Höhe 15—18 μ. Kutikula der Oberseite 5 μ. Ueber das Verschleimen der Tangentialwände vergl. das Hohenacker'sche Exemplar. Die oberseits völlig fehlenden Spaltöffnungen auch auf der Unterseite nur spärlich. Schliesszellen 25 μ lang. Mesophyll wie bei dem Exemplar aus Provinz Bálti. Blattstiel trapezförmig, im oberen Teile geflügelt. Gefässe im Gegensatz zu den vorangegangenen sehr eng, 20 μ. Trichome vorhanden.

6) Exemplar aus Punjab (Schlagintweit n. 2621). Dicke der Spreite 130—180 μ. Sehr reich an Gerbstoff, der auch hin und wieder eine Epidermiszelle erfüllt. In

beiden Epidermen kleine Sphärite. Blattrand nicht kollenchymatisch. Epidermis oberseits mit schwacher Streifung, unterseits mit Wachshäufchen. Zellen beider Epidermen meist isodiametrisch, 35 μ Durchmesser, selten bis zu 60 μ in die Länge gestreckt; Höhe 15 μ. Dorsale wie ventrale Kutikula dünner als 3 μ. Die dünnen Zelluloselamellen verschleimen höchstens in der tangential-äusseren Wandung. Spaltöffnungen beiderseits, unten jedoch zahlreicher. Schliesszellen 25—33 μ. Mesophyll 5-schichtig. Bald wenig differenziert, bald mit sehr deutlichem, dreischichtigem Schwammparenchym.

Im unteren Teile des Blattstieles 3 Gefässbündel, deren Xylemteile sich nicht aufrollen, sondern seitlich reissen und sich mit ihren freien Enden vereinigen.

Salix persica Boiss.

1) Exemplar aus Südpersien, Provinz Kerman (Bornmüller, It. per.-turc. n. 4552). Dicke der Spreite 200—230 μ. Wenig Gerbstoff in Stiel und Nerven, meist von heller Farbe. Blattrand nicht kollenchymatisch. Oberseite schwach gestreift. Die Wachshäufchen der Unterseite in regelmässiger, kreisförmiger Anordnung um die Schliesszellen herum. Horizontaler Zelldurchmesser 30—35 μ, Zellhöhe 35 μ. Kuticula dünn. Spaltöffnungen beiderseits gleich zahlreich. Schliesszellen 25—30 μ lang. Von dem 2-schichtigen Palissadenparenchym ist die äussere Lage sehr dick und chlorophyllärmer als die darunter befindliche. Das 2-schichtige Schwammparenchym ist sehr dicht, mitunter palissadenartig. Hypodermis vorhanden, meist chlorophyllhaltig. Blattstiel im Querschnitt nahezu kreisförmig, flach ausgebuchtet. Im unteren Teile 3 Gefässbündel.

Gefässbündel im Mittelnerven von kräftiger mechanischer Scheide umgeben. Gerbstoff und Drusen im Rindenkollenchym. Die Bastbelege von Kammerfasern begleitet.

2) Exemplar aus demselben Gebiete (Bornmüller It. pers.-turc. n. 4551). Gleicht völlig dem Bornmüller'schen Exemplar n. 4552, nur sind die Radialwände der Epidermiszellen wenig gebogen.

Salix acmophylloides Hausskn. et Bornm.

Untersuchtes Exemplar aus Assyrien (Bornmüller It. pers.-turc. n. 653). Dicke der Spreite 150—200 μ. Viel Gerbstoff im Stiel, den Nerven und dem Mesophyll. Der Gerbstoff fehlt jedoch in der Epidermis. Blattrand kollenchymatisch. Oberseite stark gestreift und zahlreiche lange Deckhaare tragend. Unterseite nicht gestreift, mit Wachshäutchen bedeckt und vereinzelten Trichomen. Zellen beider Epidermen von der Fläche gesehen 20 μ im Durchmesser; im Querschnitt 35 μ hoch. Die beiderseits zarte Kutikula ist auf der Unterseite kaum sichtbar. Zellulose-lamellen ebenfalls dünn. Spaltöffnungen auf beiden Seiten; oberseits spärlicher. Länge der Schliesszellen 25 μ. Ein 4-schichtiges Palissadenparenchym, in der Mitte meist durch 2 Lagen isodiametrischer, gerbstoffreicher Zellen geteilt. Die unterste Schicht bildet die ebenfalls gerbstoffreiche Hypodermis. Die 3 Gefässbündel des Blattstieles schliessen sich bereits im unteren Teile zu einem Ring zusammen. Trichome und Wachsstäbchen. Mittelnerv im Querschnitt auf der Unterseite sehr stark vorspringend die starken Bastbelege der Gefässbündel auch hier von Kammerfasern begleitet.

Salix Daviesii Boiss.

Exemplar aus Südpersien, Provinz Kerman (Bornmüller It. pers.-turc. n. 4548). Dicke der Spreite ca. 200 μ. Nur im Blattstiel und Mittelnerven findet sich Gerbstoff in geringer Menge. Blattrand kollenchymatisch. Beide Epidermen ohne Streifung, mit Trichomen und den Insertionsstellen ehemals vorhandener. Wachshäufchen auf der Unterseite. Epidermiszellen von der Fläche gesehen meist 25×30 μ oder länger. Im Querschnitt 20 μ hoch. Die des Randes papillös ausgebildet. Beide Epidermen mit gleichviel Spaltöffnungen. Schliesszellen 25—30 μ lang. Nebenzellen gut ausgebildet. Im übrigen wie *S. acmophylloides*.

Mesophyll 6- bis 7-schichtig, die letzte Schicht ist die Hypodermis. Blattstiel halbkreisförmig, etwas flach gedrückt,

im oberen Teile geflügelt. Die 3 Gefässbündel vereinigen sich sehr bald. Die kräftige mechanische Scheide von Kammerfasern begleitet.

2) Exemplar aus demselben Gebiete (Bornmüller It. pers.-turc. n. 4549). Mesophyll höchstens 6-schichtig, sonst wie die eben beschriebene n. 4548.

3) Exemplar aus Südpersien (Th. Kotschy in Hohenacker, Pl. Pers. austr. n. 335). Mesophyll zwei- bis dreischichtig, sehr locker; Kammerfasern vorhanden.

Salix carmanica Bornm.

1) Exemplar aus Ostpersien, Provinz Yesd (Bornmüller It. pers.-turc. n. 4554). Dicke der Spreite 180 μ. Gerbstoff in Stiel, Nerven und Mesophyll. Am Blattrande unter den Epidermiszellen chlorophyllfreie aber nicht kollenchymatische Zellen. Streifung der Epidermis fehlt. Die auf beiden Epidermen sich findenden Trichome und Wachshäutchen sind auf der Unterseite zahlreicher. Zellgrösse im Flächenschnitt 20×30 μ oder länger. Höhe der Epidermen 25 μ. Im übrigen wie bei S. *Daviesii*. Fünfschichtiges Palissadenparenchym. Die oberste Schicht aus grossen gerbstoffführenden Zellen. Hypoderm nicht vorhanden.

Blattstiel wie bei *S. Daviesii*, jedoch nicht geflügelt und mit nur schwach ausgebildeten sklerenchymatischen Elementen.

B. Afrikanische Arten.

Salix Safsaf Forsk.

1) Exemplar aus Abessinien (Rosen). Dicke der Spreite 300—350 μ. Fast gerbstoffrei. Blattrand kollenchymatisch. Oberseitige Epidermis stark gestreift. Zellen von der Fläche gesehen 25×35 μ, im Querschnitt 28—33 μ hoch. Unterseite ohne Streifung, dicht mit Wachshäufchen bedeckt. Horizontaler Durchmesser der Zellen 20 μ, Höhe 28—35 μ. Dorsale Kutikula 6 μ, stark zerklüftet; ven-

trale ebenfalls 6 μ, wellig. Die tangential-äusseren und radialen Wände verschleimen. Beiderseits Spaltöffnungen; auf der Oberseite jedoch in geringerer Anzahl. Schliesszellen 35 μ. Mesophyll: 2-schichtiges Palissaden, 2- oder 3-schichtiges, dichtes Schwammparenchym. Die Zellen des letzteren rücken oft so nahe an einander, dass es von dem Palissadenparenchym nur durch die keulenförmige Gestalt der Zellen abweicht. Chlorophyllarme Hypodermis vorhanden. Blattstiel seitlich zusammengedrückt, unten eingebuchtet, oben geflügelt. Trichome fehlen. Gefässbündel schon im unteren Teile einen geschlossenen Ring bildend. Kammerfasern vorhanden.

2) Exemplar aus Nubien (Schweinfurth n. 511). Dicke der Spreite 250 μ. Gerbstoff in Stiel und Nerven. Blattrand nicht kollenchymatisch. Nur die Oberseite ist schwach gestreift. Zellen von der Fläche gesehen 40×60 μ. Zellhöhe 35 μ. Unterseits nur wenig Wachs. Trichome auf beiden Epidermen. Zellen der Unterseite im Horizontaldurchmesser 40 μ, im vertikalen 35 μ. Im übrigen wie das Rosensche Exemplar. 2-schichtiges Palissadengewebe, 3-schichtiges Schwammparenchym. Hypoderm nur unmittelbar unter den Nerven. Blattstiel oben und unten abgeflacht. Sklerenchymatische Elemente erst im Mittelnerven entwickelt. Kammerfasern vorhanden.

3) Exemplar aus dem Niltale, Amada (ohne Sammlername aus Herb. L. Kralik). Dicke der Spreite 130 μ. Gerbstoff nur in Stiel und Nerven. Blattrand wenig kollenchymatisch. Oberseite stark gestreift. Zellen von der Fläche gesehen verschieden gross, 25×35 μ resp. 40×60 μ. Bisweilen zeigt die Unterseite ebenfalls die Spur einer Streifung, Wachshäufchen spärlich. Zellen von der Fläche 25×35 μ. Höhe beider Epidermen 28 μ. Obere Kutikula 3 μ, untere dünner. Spaltöffnungen oberseits spärlich. Schliesszellen 28 μ lang. Die tangential-äusseren und radialen Zellulosewände verschleimen. Mesophyll wie bei dem Rosenschen Exemplare. Das Schwammparenchym aber

nur 2-schichtig und das Hypoderm oft unterbrochen. Blattstiel wie bei der von Rosen gesammelten, jedoch ohne Trichome und mit schwächerer Sklerenchymscheide.

4) Exemplar aus Oberägypten, Syout (ohne Sammlername aus Herb. B. Kralik).

a. *Erwachsenes Blatt.* Dicke der Spreite 160—180 μ. Gerbstoff und Ausbildung des Blattrandes wie bei dem soeben beschriebenen Individuum. Oberseite stark gestreift. Unterseite ohne Streifung. Höhe beider Epidermen 35 μ. Im übrigen wie das soeben beschriebene *Kraliksche* Exemplar. Ein Verschleimen der Zellulosewände konnte ich hier nicht beobachten. 2 Schichten Palissadenzellen, 2 Schichten Schwammparenchym. Hypodermis fehlt. Blattstiel am Grunde halbmondförmig mit fünf Gefässbündeln. In der Mitte kreisrund, Gefässbündel ringförmig geschlossen und von starker Sklerenchymscheide umgeben. Drusen und Einzelkrystalle von Calciumoxalat im Rindenkollenchym. Die letzteren besonders in den die Bastbelege begleitenden Kammerfasern.

b) *Junges Blatt.* Dicke der Spreite 100—150 μ. Gerbstoff nicht vorhanden. Oberseite gestreift. Unterseite glatt. Die beide Epidermen bedeckenden Trichome auf der Unterseite besonders zahlreich. Der Wachsbelag der Unterseite lässt nur die Spaltöffnungen frei. Dorsale und ventrale Kutikula sehr dünn. Spaltöffnungen auf der Oberseite bedeutend zahlreicher als bei den erwachsenen Blättern. Schliesszellen 28 μ. Die beiden oberen Schichten des 4-schichtigen Assimilationsgewebes schon palissadenartig ausgebildet. Die drei Gefässbündel des Blattstieles vereinigen sich erst in Mittelnerven. Sklerenchymatische Elemente nur sehr unvollkommen ausgebildet. Kammerfasern deutlich an den in ihnen enthaltenen Einzelkrystallen von Calciumoxalat zu erkennen.

5) Exemplar aus Unterägypten, Beni-Suef Dicke der Spreite 190—230 μ. Gerbstoff nur auf den Blattstiel und die Nerven beschränkt. Blattrand wenig kollenchymatisch. Oberseite stark strukturiert. Trichome fehlen. Spaltöffnungen 40 μ lang. Im übrigen mit dem Schweinfurthschen Exemplare n. 511 übereinstimmend. Mesophyll wie bei n. 511. Blattstiel im Querschnitt elliptisch, am oberen Ende nicht geflügelt. Gefässbündel von gut ausgebildeter Sklerenchymscheide umgeben, die stets von Kammerfasern begleitet ist.

Salix huillensis Seemen.

Untersuchtes Material aus Benguela, Huilla (H. Baum, Kunene-Sambesi-Exp. n. 969.) Dicke der Spreite 250 μ. Gerbstoff nur im Blattstiel und den Nerven. Blattrand weder kollenchymatisch noch drüsig ausgebildet Oberseite gestreift. Unterseite glatt mit Wachshäufchen bedeckt. Zellen im Flächenschnitt von sehr verschiedener Form. Nicht über 65 μ lang und nicht unter 25 μ breit. Beide tangentialen und die radialen Zellulosewände verschleimen bisweilen so stark, dass das ganze Lumen der Zelle mit Schleim erfüllt ist. Beide Epidermen tragen Spaltöffnungen, die Oberseite weniger als die Unterseite. Schliesszellen 33 μ lang. Mesophyll 6-schichtig. Bald rein palissadenartig, bald unterseits in ein Schwammparenchym differenziert. Die Hypodermis der Unterseite ist gut ausgebildet. Selbst die Spuren einer ehemals vorhanden gewesenen oberseitigen Hypodermis waren deutlich in chlorophyllarmen Zellen, die zwischen die oberen Epidermis und die Palissadenzellen eingelagert waren (vergl. auch *S. Wilmsii* Seemen), zu erkennen. Blattstiel im Querschnitt oval. Mechanische Scheide fehlt entweder oder ist nur sehr schwach entwickelt. Weder im Stiel noch im Mittelnerven konnte ich Kammerfasern beobachten; dagegen finden sich in den Nerven höherer Ordnung auf der äusseren Seite des Xylems reihenförmig angeordnete Zellen, die ab und an Einzelkrystalle von Calciumoxalat führen.

Salix Wilmsii Seemen.

Untersuchtes Exemplar aus Transvaal, Distr. Lydenburg (F. Wilms. Fl. Afr. austr. n. 1350.) Dicke der Spreite 300 μ. Gerbstoff im Blattstiel, den Nerven, besonders reichlich im Mesophyll; weniger reichlich, aber trotzdem konstatierbar, in der Epidermis. Blattrand nicht kollenchymatisch. Die starkgestreifte Oberseite zeigt vereinzelt die Insertionsstellen ehemals vorhandener Trichome. Unterseite glatt mit zahlreichen Trichomen und Wachshäufchen. Zellen beider Epidermen im Flächenschnitt 15 × 20 μ. Höhe der oberen Epidermis 40 μ, der unteren 60—65 μ[1]) Kutikula der Oberseite 10 μ die der Unterseite 3 μ. Die Zelluloselamellen verschleimen bisweilen in beiden tangentialen und den radialen Wänden gleichzeitig. Auf der Oberseite fehlen die Spaltöffnungen vollständig. Besonders beachtenswert ist aber, dass *S. Wilmsii* die einzige pleiandrische Weide ist, bei der die unterseitigen Spaltöffnungen tief eingesenkt sind. Grösse der Schliesszellen 35 μ. 3 Palissadenschichten; 3 Schichten Schwammparenchym, die auch mitunter palissadenartig ausgebildet sind. Unterseitige Hypodermis nicht unterbrochen. Auch unter der oberen Epidermis Gruppen chlorophyllfreier, isodiametrischer Zellen, die vielleicht den letzten Rest einer früher vorhanden gewesenen oberseitigen Hypodermis darstellen (vergl. *S. huillensis*) Gefässbündel schon im unteren Teile des kreisförmigen Blattstieles zu einem geschlossenen Ringe vereinigt. Der obere Xylemstrang des Mittelnerven ringsum von sklerenchymatischen Elementen umgeben. Kammerfasern schon im Blattstiel deutlich nachweisbar.

Salix capensis Thunb.

1) Exemplar aus dem Kaplande, Kapstadt (Ecklon n. 713). Dicke der Spreite 150—170 μ. Nur Spuren von Gerbstoff im Blattstiel und den Nerven. Blattrand kollen-

[1]) Nach Gärtner p. 19 sollen beide Epidermen die Höhe der darunter liegenden Palissadenzellen erreichen, was meine Beobachtungen nicht bestätigen.

chymatisch. Nur die Oberseite ist schwach gestreift. Wachshäufchen auf der Unterseite. Zellen beider Epidermen von der Fläche gesehen 25 × 25 μ, im Querschnitt 15 μ hoch. Dorsale wie ventrale Kutikula sehr dünn. Die Zelluloselamellen beider Epidermen verschleimen entweder nur in ihren tangential-äusseren oder nur in ihren tangential-inneren Wänden. Spaltöffnungen der Oberseite 1 pro 3 qmm, auf der Unterseite 6 pro 3 qmm. Sie liegen im äusseren Niveau. Schliesszellen 33 μ lang. 4 Palissadenschichten mit unterseitiger chlorophyllfreier Hypodermis. Die im unteren Teile des Blattstieles noch getrennten Gefässbündel sind von einer gemeinsamen Sklerenchymscheide umgeben. Blattstiel im oberen Teile geflügelt. Kammerfasern vorhanden.

2) Exemplar aus dem Kaplande, Provinz Griqualand West (Marloth, Exs. autr. afr. n. 817). Dicke der Spreite, Ausbildung des Blattrandes und Gerbstoff wie bei der Ecklonschen n. 713. Oberseite stark gestreift. Vereinzelte Insertionsstellen ehemaliger Trichome. Unterseite glatt mit Wachshäufchen. Zellen beider Epidermen 25—28 μ im horizontalen Durchmesser. Höhe der oberseitigen 35 μ, der unterseitigen 25 μ. Kutikula der Oberseite 4—5 μ; die der Unterseite sehr dünn. Die äusseren und inneren Tangentialwände der Zelluloselamelle verschleimen. Spaltöffnungen nur auf der Unterseite. Schliesszellen 28—33 μ. Mesophyll wie bei n. 713. Blattstiel wie bei n. 713.

3) Exemplar aus dem Kaplande (ohne Sammlername, aus Herb. P. Schumann). Fast ausgewachsenes Blatt. Dicke der Spreite 150—180 μ. Nur wenig Gerbstoff im Blattstiel und den Nerven. Blattrand ± kollenchymatisch. Höhe beider Epidermen 20 μ. Das 5 schichtige Mesophyll ist entweder rein palissadenartig oder bildet die 3 untersten Schichten schwammparenchymartig aus. Hypodermis fehlt. Im Mittelnerven nur ein Xylemstrang. Kammerfasern fehlen. Drusen von Calciumoxalat ganz vereinzelt. Sonst wie n. 817.

4) Exemplar aus dem Kaplande Niemve-Kloof (Schlechter, It. II. n. 9016.) — Erstlingsblätter. — Dicke des Blattes ca. 250 μ. Gerbstoff nur in sehr geringer Menge im Blattstiel und Mittelnerven. Blattrand kollenchymatisch und drüsig. Oberseite nur an einzelnen Stellen gestreift. Unterseite glatt, mit Wachshäufchen dicht bedeckt. Horizontaler Durchmesser der Zellen 25 μ, vertikaler ebenso. Obere Kutikula 6 μ, untere sehr dünn. Starkes Verschleimen der radialen und tangential-äusseren Wände, besonders auf der Oberseite. Spaltöffnungen beiderseits; auf der Oberseite in geringer Anzahl. Schliesszellen 33 μ lang. Lockeres 6 schichtiges Palissadenparmechym und unterseitige Hypodermis. Mittelnerv wie bei dem soeben beschriebenen Schumannschen Exemplare.

5) Exemplar aus dem Kaplande, Shiloh (R. Baur n. 935). — Erstlingsblätter. — Kutikula dünn. Länge der Schliesszellen 25 μ. Bastfaserscheide und Kammerfasern, ebenso Drüsen im Rindenkollenchym vorhanden. Im übrigen wie das Schlechtersche Exemplar n. 9016.

Salix capensis Thunb. *var. gariepina* Anderss.

1) Exemplar aus dem Kaplande (Drège, ohne Nummer, ♀). Dicke der Spreite 200 μ. Gerbstoff im Blattstiel und den Nerven. Blattrand wenig kollenchymatisch. Oberseite gestreift. Unterseite glatt, mit Wachshäufchen. Zellen von der Fläche gesehen 30×35 μ, im Querschnitt 18 μ hoch. Dorsale Kutikula 6 μ, ventrale 3 μ. Die tangential-äusseren und tangentialinneren Zelluloselamellen verschleimen bisweilen. Spaltöffnungen unterseits zahlreich, oberseits 1 pro 4 qmm. Länge der Schliesszellen 35 μ. 5 nach unten hin an Höhe abnehmende Palissadenschichten. Die Hypodermis führt Chlorophyll oder Gerbstoff. Blattstiel im Querschnitt ein gleichschenkeliges Dreieck darstellend. Im oberen Teile geflügelt. Gefässbündel von Gerbstoff- und Sklerenchymscheide umgeben. Kammerfasern und Drusen zahlreich.

2) Exemplar aus dem Kaplande (Drège, ohne Nummer ♂). Dicke der Spreite 130 μ. Untere Epidermis nur 12 μ hoch. Spaltöffnungen 25 μ lang. Trichome auf dem Blattstiel. Im übrigen wie das soeben beschriebene Exemplar.

Salix mucronata Thunb.

Untersuchtes Exemplar aus dem Kaplande (Ecklon, ohne Nummer ♀). Dicke der Spreite 250 μ. Blattstiel und Nerven sind sehr reich an Gerbstoff, weniger das Mesophyll. Blattrand nicht kollenchymatisch. Epidermis wie bei der von Marloth unter n. 817 gesammelten *S. capensis* Thunb.; die Zelluloselamellen waren in ihren tangential-äusseren und radialen Wänden verschleimt[1]). Mesophyll 5-schichtig[2]), palissadenartig. Die Zellen nehmen nach unten hin an Höhe ab und lockern sich teilweise. Hypoderm vorhanden. Blattstiel ohne Trichome; trotzdem die Bastbelege ziemlich kräftig sind, fehlen die Kammerfasern völlig (vergl. *S. huillensis* und *S. hirsuta*).

Salix hirsuta Thunb.

Exemplar aus dem Kaplande (Drège, ohne Nummer ♂). Dicke der Spreite 200 μ. Blattstiel, Nerven und Mesophyll enthalten sehr viel Gerbstoff. Blattrand nicht kollenchymatisch. Schon der Speziesname deutet an, dass Blattstiel und Spreite mit Trichomen dicht bedeckt sind. Die nicht gestreifte Oberseite trägt ausser den Trichomen Wachshäufchen. Unterseite ebenso. Umrisse der oberseitigen Epidermiszellen von der Fläche kaum erkennbar, da die radialen Wände sehr dünn sind und die Kutikula 6 μ beträgt. Zellen der Unterseite 35 μ im horizontalen Durchmesser. Höhe der oberen Epidermis 33 μ. Die untere ist stark zusammengedrückt. Kutikula der Unterseite sehr dünn. Tangential-äussere und radiale Zellulosewände verschleimen. Spaltöffnungen nur auf der Unterseite.

[1]) Nach Gärtner p. 19 „Die inneren und äusseren tangentialen Wände."

[2]) Nach Gärtner p. 19 „6-schichtig."

Schliesszellen 20—35 μ lang. Mesophyll wie bei *S. mucronata*. Die Hypodermis enthält viel Gerbstoff. Form des Blattstieles sehr variabel. In den Blattstiel treten drei bis fünf Gefässbündel ein, die sich im mittleren Teile des Blattstieles vereinigen. Gefässe sehr eng, 15—18 μ. Bastbelege und Kammerfasern fehlen. Mittelnerv auf der Unterseite meist (nicht immer) stark vorspringend. Gefässe 25 μ Bastbelege und Kammerfasern fehlen auch in den Nerven höherer Ordnung.

2) Exemplar von demselben Standorte (Drège ohne Nummer ♂). Oberseite schwach strukturiert. Beide Epidermen 26 μ hoch. Im übrigen wie das männliche Exemplar.

Ueber die anatomischen Diagnosen von *S. Woodi*, *nigritina*, *ramiflora* und *crateradenia* siehe Gärtner l. c. 19, 20.

C. Malagassische Art.

Salix madagascariensis Bojer.

Untersuchtes Exemplar aus Zentralmadagaskar (Hildebrandt, n. 3577). Dicke der Spreite 120—130 μ. Blattstiel, Nerven und Epidermis enthalten grosse Mengen von Gerbstoff. Blattrand wenig kollenchymatisch. Oberseite stark und sehr dicht gestreift, gerbstoffreich. Unterseite glatt, mit sehr kleinen Wachshäufchen bedeckt. Zellen beider Epidermen von der Fläche gesehen 15×35 μ, im Querschnitt 20 μ hoch. Die radialen Wände wenig gebogen (vergl. *S. persica* Boiss u. 4552), viel weniger als bei *S. alba*. Dorsale und ventrale Kutikula sehr dünn. Vereinzelt in den Zellen der oberen Epidermis verschleimte tangential-äussere Zellulosewände. Spaltöffnungen auf beiden Seiten gleich zahlreich[1]), im äusseren Niveau. Länge der Schliesszellen 35 μ. Zwei Palissadenschichten, drei Schichten Schwammparenchym. Hypodermis nur in der Nähe des Blattrandes. Blattstiel und Mittelnerv stark in die

[1]) Nach Gärtner, l. c. 20 „auf der Unterseite zahlreicher."

Breite gezogen. Der Mittelnerv springt nach meinen eigenen Studien nur wenig vor[1]). Die drei Gefässbündel vereinigen sich noch im unteren Teile des Stiles zu einem geschlossenen Ringe. Durch seitliche Teilung zerfällt dieser in einen oberen und einen unteren Strang. Im Mittelnerven nur noch der letztere erhalten.

D. Amerikanische Arten.

Salix Humboldtiana Willd.

1) Exemplar aus Peru, Arequipa (Weberbauer n. 1442 ♀). Dicke der Spreite 130 μ. Gerbstoff im Blattstiel, den Nerven und dem Mesophyll. Blattrand wenig kollenchymatisch. Ober- wie Unterseite zart und dicht gestreift. Zellen beider Epidermen im Flächenschnitt 25×50 μ, selten kürzer; im Querschnitt 12 μ hoch. Dorsale und ventrale Kutikula sehr dünn. Die äusseren tangentialen Zellulosewände verschleimen bisweilen. Spaltöffnungen auf beiden Seiten gleich zahlreich. Im Querschnitt meist von der Höhe der angrenzenden Epidermiszellen. Länge der Schliesszellen 20 μ. Von den 6 Palissadenschichten die mittelsten stark zusammengedrückt und gerbstofführend. Hypoderm fehlt. Blattstiel stark gefurcht, von wenigen Trichomen bedeckt. Mechanische Elemente erst im oberen, seitlich geflügelten Teile ausgebildet. Zahlreiche Drusen und Einzelkrystalle von Calciumoxalat im Rindenkollenchym Bastbelege von Kammerfasern begleitet.

2) Exemplar aus demselben Gebiete (Weberbauer n. 1446 ♂). Oberseite etwas stärker gestreift. Stiel ohne Trichome. Im übrigen wie n. 1442.

3) Exemplar aus Chile (Pöppig ohne Nummer). Epidermiszellen von der Fläche 25×35 μ, im Querschnitt 23 μ hoch. Länge der Schliesszellen 35 μ. Mesophyll aus vier bis sechs Palissadenschichten bestehend. Im übrigen wie das soeben beschriebene Weberbauersche Exemplar n. 1446.

---

[1]) Nach Gärtner, l. c. 20 „stark vorspringend."

4) Exemplar aus Argentinien, Cordoba (P. Hieronymus, ohne Nummer). Dicke des Blattes nicht über 70 μ. Gerbstoff tritt in geringer Menge in der Epidermis auf. Oberseite schwach, Unterseite nicht gestreift. Schliesszellen 25 μ lang. Im übrigen wie n. 1442.

5) Exemplar aus Uruguay (P. Lorentz in Baenitz, Herb. amer. ohne Nummer). Stiel stärker zerklüftet, sonst wie die Weberbauersche n. 1446 ♂).

6) Exemplar aus Portorico (Sintenis, Pl. portor. n. 4335 b). Wenig Gerbstoff in der Epidermis. Oberseite schwach, Unterseite nicht gestreift. Schliesszellen 25 μ lang. Im übrigen wie das Exemplar n. 1442.

Salix Bonplandiana H. B. K.

1) Exemplar aus Neu-Mexico (Heller n. 3719). Dicke der Spreite 220 μ. Gerbstoff im Blattstiel den Nerven und dem Mesophyll. Blattrand mehr oder weniger kollenchymatisch und stets stark papillös. Ober- wie Unterseite ohne Streifung und ohne Wachs. Epidermiszellen im Flächenschnitt 35×50 μ; im Querschnitt 35 μ hoch. Dorsale wie ventrale Kutikula sehr dünn. Zellulosemembran 5—8 μ; beide tangentialen Wände verschleimen[1]). Die auf beiden Epidermen vorkommenden Spaltöffnungen (33 μ) sind auf der Unterseite zahlreicher. Sie liegen im äusseren Niveau der Epidermis, besitzen 2 Paar gut ausgebildete Nebenzellen und sind, wie durch Färbung mit Hämatoxylin besonders deutlich sichtbar, von schleimig verdickten Zellen umgeben. Mesophyll 5-schichtig. Zellen der beiden obersten Schichten palissadenartig; die darunter liegenden Schichten unregelmässig gelagert. Hypodermis teilweise unterbrochen. Sehr charakteristisch ist das lückige Rindengewebe des Blattstieles, das erst in der Nähe der Wand kollenchymatisch wird. Trichome vorhanden. Mechanische Elemente schwach

[1]) Nach Gärtner, l. c. 21 verschleimen die radialen Wände der Oberepidermis.

ausgebildet, aber stets von Kammerfasern begleitet. Mittelnerv stark nach unten vorspringend.

2) Exemplar aus Mexico, Chihuahua (Pringle, Pl. mex. n. 2003). Dicke der Spreite 230 μ. Ohne Gerbstoff. Blattrand kollenchymatisch. Oberseite stark strukturiert. Unterseite glatt, mit zahlreichen, kreisförmig um die Spaltöffnungen gruppierten Wachshäufchen. Zellen von der Fläche gesehen 25×30 μ, im Querschnitt 25 μ hoch. Dorsale und ventrale Kutikula 5 μ. Von den sehr dünnen Zelluloselamellen verschleimen zunächst die tangentialinneren Wände. Insertionsstellen ehemaliger Trichome auf der Blattoberseite. Oberseits wenige unterseits viel Spaltöffnungen, 35 μ lang. Mesophyll wie bei n. 3719. Blattstiel und Mittelnerv wie bei n. 3719, nur dass die Sklerenchymscheide gut ausgebildet ist, und der fehlende Gerbstoff durch Drusen und Einzelkrystalle von Calciumoxalat ersetzt ist; auch tritt der Mittelnerv nur wenig hervor.

3) Exemplar aus Mexico (Schauer n. 490 als *S. Humboldiana*). Dicke der Spreite 165 μ. Gerbstoff im Blattstiel, den Nerven und dem Mesophyll. Blattrand kollenchymatisch. Oberseite stark gestreift. Unterseite glatt, mit Wachshäufchen bedeckt. Zellen der Oberseite im Flächenschnitt bald isodiametrisch von 25 μ Durchmesser, bald länglich 25×50 μ. Im Querschnitt 15 μ hoch. Zellen der Unterseite isodiametrisch; horizontaler und vertikaler Durchmesser 35 μ. Oberseitige Kutikula 3—4 μ, unterseitige unmessbar dünn. Die dünnen Zellulosewände verschleimen nicht. Auf beiden Epidermen Insertionsstellen ehemaliger Trichome. Spaltöffnungen 25—30 μ lang, nur auf der Unterseite. 2 Palissadenschichten, 2 Schichten Schwammparenychym. Hypodermis stellenweise. Rindengewebe des Blattstieles dicht. Gerbstoff reichlich. Mittelnerv auf beiden Seiten gleichweit vorspringend. Im übrigen wie das Hellersche Exemplar n. 3739.

3. Bedeutung der Blattanatomie für die Systematik der Humboldtianae.

1. Charakter der Sektion.

Vergleicht man den anatomischen Bau des Blattes der *Humboldtianae* mit demjenigen der übrigen Weidenarten, so muss zunächst zugestanden werden, dass die Anatomie keine scharfe Umgrenzung jenes Verwandschaftskreises ermöglicht.

Mesophyll und Epidermis zeigen die verschiedendste Ausbildung. Nach meinen eigenen Studien kann ich im Gegensatze zu Gärtner[1]) den Palissaden-Unterhypodermistypus nicht als einen bei den *Pleiandrae* vorherrschenden Charakter bezeichnen. Aber selbst wenn dieses Merkmal bei ihnen durchginge, so würde es ihnen doch keineswegs eine Sonderstellung gegenüber den Sektionen temperierter Gebiete einräumen können, weil diese teilweise demselben Typus folgen. Bezüglich der Inhaltsstoffe gilt das gleiche. Vielleicht der einzige, ziemlich konstant in der Sektion herrschende Charakter sind die verhältnismässig grossen Spaltöffnungen, deren Längsdurchmesser 20—40 μ beträgt. Aber selbst diese Eigenschaft finden wir bei einzelnen nicht pleiandrischen Weiden wieder.

2. Charakter der einzelnen Spezies.

Ganz unabhängig von der Frage, ob die *Humboldtianae* als solche sich anatomisch erkennen lassen, ist eine zweite, ob nämlich innerhalb der Sektion die einzelnen Spezies von einander anatomisch getrennt werden können.

Zwar zeigt die Anatomie feinere Abstufungen als die Morphologie, erschwert aber gerade dadurch das Herausfinden bestimmter Typen, deren scharfe Umgrenzung ausserdem dadurch die Variabilität einzelner Gewebeelemente noch beeinträchtigt wird. Die Anatomie ist vielfach weniger der Ausdruck spezifischer Verschiedenheit, als vielmehr individueller Veränderlichkeit. Dennoch gelingt es, konstant bleibende, allen Individuen derselben Art gemeinsame Charaktere festzustellen. Benützt man diese als Einteilungs-

[1]) Gärtner, l. c. 48.

prinzip, so lassen sich die *Humboldtianae* etwa folgendermassen gliedern:

A. Asiatische Arten.

Bezüglich der chinesischen Spezies ist es zur Zeit unmöglich, einen bis ins einzelne durchgearbeiteten Schlüssel zu liefern; dazu reichen die vorliegenden Beobachtungen Gärtners noch lange nicht aus. Dagegen ergaben meine Untersuchungen eine dichotomische Gliederung der vorderasiatischen und indischen Arten in folgender Weise:

A) Spaltöffnungen auf der Oberseite (vergl. aber *S. acmophylla*). Epidermis ohne Gerbstoff.
  a) Mesophyll gerbstofffrei.
    α) Oberseite schwach gestreift . . . . *S. persica*
    β) Oberseite ohne Streifung . . . . . *S. Daviesii*
  b) Gerbstoff im Mesophyll.
    α) Hypodermis fehlt . . . . . *S. carmanica*
    β) Hypodermis vorhanden.
      I) Mittelnerv auf der Unterseite stark vorspringend *S. acmophylloides*
      II) Mittelnerv a.d.Unterseite nicht stark vorspringend
        1) Mit oberseitigen Spaltöffnungen, ohne Sphärite. . . . . *S. acmophylla* (aus dem nördlichen Mediterrangebiet.)
        2) Die oberseitigen Spaltöffnungen können fehlen. Sphärite in der Epidermis *S. acmophylla* (aus West-Tibet.)

B) Spaltöffnungen nur auf der Unterseite. Gerbstoff in der Epidermis . . . . . { *S. tetrasperma* / *S. pyrina*

Im Bau des Mesophylls zeigen die oben berücksichtigten ostasiatischen Weiden einen kontinuierlichen Uebergang vom reinen Palissadentypus der *S. carmanica* zum Palissadenschwammtypus, welcher *S. tetrasperma* charakterisiert. *S. Daviesii*, die wie alle folgenden eine Hypodermis besitzt,

hat in den verschiedensten Teilen des Blattes noch konstant ein palissadenartiges Assimilationsgewebe aufzuweisen. Dasselbe gilt für *S. acmophylloides*. Hier ist das palissadenartige Mesophyll in der Mitte meist durch 1—2 Lagen isodiametrischer, gerbstoffführender Zellen geteilt. Die letzteren sind die horizontalen Verbreiterungen der die Gefässbündel umgebenden gerbstoffreichen Parenchymscheiden. Ob der *S. acmophylloides* stets die gleiche Ausbildung zukommt, ist fraglich. Nur ein einziges Exemplar dieser erst kürzlich aufgestellten Art lag mir zur Untersuchung vor. Bei *S. persica* und *S. acmophylla* gehen Palissadentypus und Palissaden-Schwammtypus völlig ineinander über. Mitunter sind sogar beide auf ein und demselben Schnitte vereinigt.

Ordnet man die Arten nach der Verteilung der Spaltöffnungen oder der Dicke der Kutikula, so ergibt sich, wenn auch nicht mit der gleichen Feinheit der Abstufungen, dieselbe Reihe.

Die ersten vier Arten führen Spaltöffnungen auf der Oberseite und haben eine dünne Kutikula. Bei *S. acmophylla* kann die Kutikula 5 μ erreichen. Spaltöffnungen sind hier auf der Oberseite vorhanden, ausser bei den tibetanischen Exemplaren, die zudem noch durch Sphärite in den Epidermiszellen charakterisiert werden. Es ergeben sich somit innerhalb dieser Spezies zwei Typen. Erstens ein östlicher, der in das Areal der *S. tetrasperma* hineinreicht, mit einer von Spaltöffnungen freien Epidermis der Blattoberseite und mit Sphäriten; zweitens ein vorderasiatischer, dem diese Merkmale fehlen. Ob es sich hier um zwei verschiedene Arten handelt, ist zur Zeit schwer zu entscheiden, da aus Tibet nur steriles Material vorliegt, das freilich in den morphologischen Merkmalen des Blattbaues nicht abweicht. Mag die anatomische Differenzierung noch so augenfällig sein, so lässt sich doch die Annahme nicht ohne weiteres zurückweisen, dass es sich um *eine* Spezies handelt, da auch sonst eine erhebliche Variabilität der Art zu beobachten ist.

Dem durchaus bifacial gebauten Blatte der *S. tetasperma* fehlen die Spaltöffnungen auf der Oberseite völlig und die oberseitige Kutikula erreicht eine Dicke von 6—8 μ.

Die auf Grund dieser Befunde sich ergebenden Beziehungen finden in Fig. 1 ihren Ausdruck. In diesem Schema spiegelt sich die Gliederung der vorderasiatisch-indischen Weiden in *Tetraspermae* und *Acmophyllae* wieder. Die bisher bekannten Arten der *Acmophyllae* sind sämtlich berücksichtigt. Von den *Tetraspermae* fehlen im obigen *S. Junghuhniana*, *S. urophylla* und *S. ichnostachya*. Die Wahrscheinlichkeit ist ausserordentlich gross, dass diese dem rechten Zweige des Schemas sich auch anatomisch anschliessen werden, zumal da morphologisch ihre spezifische Abtrennung von *S. tetrasperma* noch keineswegs feststeht.

B. Afrikanische Arten.

Bei allen afrikanischen Weiden mit Ausnahme der Kapweiden erstreckt sich die Verschleimung der Zellulosemembranen auch auf die radialen Wände der Epidermis.

Charakteristisch für die Kapweide ist das Zusammentreffen folgender beiden Merkmale: Einmal fehlen die Spaltöffnungen der Oberseite oder sie sind nur spurenweise vorhanden und ferner liegen die Spaltöffnungen der Unterseite im äusseren Niveau der Epidermis. Andersson hat von der echten *S capensis* nur als Varietäten geschieden *S. gariepina*, *S. mucronata* und *S. hirsuta*. Von ihnen erweisen sich *S. macronata* und *S. hirsuta* anatomisch als selbständige Arten, während *S. gariepina* auch anatomisch nur unsicher durch den etwas reichlicher im Blattstiel und den Nerven vorkommenden Gerbstoff von *S. capensis* zu unterscheiden ist.

S. hirsuta und *S. mucronata* sind sehr reich an Gerbstoff. Durch dieses Merkmal stehen sie der *S. Wilmsii* und *S. madagascariensis* nahe; im Gegensatze zu diesen beiden Arten führen sie aber den Gerbstoff niemals in der Epidermis. Ein anderes Merkmal, das mit ziemlicher Sicherheit auf eine Verwandtschaft mit *S. huillensis* hindeutet, ist das Fehlen der Kammerfasern. Allerdings sind auch bei dieser Spuren von Kammerfasern vorhanden, doch es treten die in ihnen enthaltenen Einzelkrystalle von Calciumoxalat im

Gegensatze zu allen übrigen afrikanischen Weiden nur ganz vereinzelt in den Nerven höherer Ordnung auf.

Die echte *S. capensis* ist insofern ein weitgehend spezialisierter Typus, als der bei den anderen Arten Afrikas sich findende Gerbstoff hier auf ein Minimum reduziert ist.

Ein völlig spaltöffnungsfreier Typus begegnet uns *S. Wilmsii*, welcher nach den Gärtnerschen Diagnosen *S. Woodii* unmittelbar anzuschliessen ist. Hier sind jedoch im Gegensatze zu den Kapweiden die Spaltöffnungen der Unterseite tief eingesenkt, so dass es zur Bildung einer äusseren Atemhöhle kommt *S. Wilmsii* zeigt überhaupt unter sämtlichen Weiden den ausgesprochensten xerophilen Charakter. Die Epidermen sind 40—60 μ hoch, die obere Kutikula 10 μ und die sklerenchymatischen Elemente im Blattstiel und den Nerven sehr stark entwickelt. Diese augenfälligen anatomischen Unterschiede gegenüber den anderen Arten lassen *S. Wilmsii* eine gewisse Sonderstellung einnehmen.

Der grosse Gehalt an Gerbstoff verrät jedoch unverkennbar die Verwandtschaft mit der nicht xerophilen *S. madagasariensis.* Von dieser unterscheidet sie sich wiederum durch den Bau der Spaltöffnungen und deren völliges Fehlen auf der Oberseite.

Während gegenwärtig ein ausgesprochen xerophiler Typus bei *S. Wilmsii*, *S. Woodii* und *S. hirsuta* zu finden ist, zeigen auffallenderweise die Arten weiter nördlich gelegener Gebiete solche Schutzvorrichtungen nur noch in beschränkterem Umfange. Es treten jedoch auch bei *S. huillensis*, ähnlich wie bei *S. Wilmsii*, oberseits vereinzelt hypodermale Zellen auf, die vielleicht als Beginn einer Verstärkung des Transpirationsschutzes zu deuten sind. Mit *S. huillensis* scheint nach Gärtners Diagnosen *S. ramiflora* sehr nahe verwandt zu sein, während *S. nigritina* und besonders *S. crateradenia* xerophiler ausgebildet sind; denn die oberseitigen Spaltöffnungen sind bei *S. nigritina* nur noch in geringer Zahl vorhanden; *S. crateradenia* endlich gehört schon dem Spalt-

öffnungsfreien Typus an, dem *S. Wilmsii*, *S. Woodii* und die Kapweiden zugerechnet werden müssen. In den übrigen Charakteren dagegen steht *S. crateradenia* noch der *S. huillensis* und Verwandten nahe.

Die nordamerikanische *S. Safsaf* schliesst durch das Vorhandensein von Kammerfasern und oberseitigen Spaltöffnungen an *S. madagascariensis* an, ist aber von dieser durch die stets gerbstofffreie Epidermis leicht zu unterscheiden. Im übrigen schwanken bei dieser Art die anatomischen Merkmale von Individuum zu Individuum derart, dass ein bestimmter, einheitlicher Charakter sich nicht fixieren lässt. Dieselbe Unsicherheit der Umgrenzung zeigt die äussere Morphologie. Das geht unter anderem auch daraus hervor, dass ältere Forscher *S. Chalaf* und *S. aegyptiaca* von *S. Safsaf* spezifisch trennen, während diese Namen gegenwärtig und zwar mit Recht als Synonyma gelten.

Nach welcher Richtung die Beziehungen der westafrikanischen *S. senegalensis* und der erst neuerdings beschriebenen *S. Chevalieri* gehen, lässt sich leider zur Zeit nicht feststellen. Vielleicht würde Anschluss bei *S. Safsaf* zu finden sein.

Fasst man die im vorstehenden erörterten Tatsachen übersichtlich zusammen, so ergibt sich folgender dichotomischer Schlüssel:

A) Spaltöffnungen auf der Oberseite.
  a) Kammerfasern vorhanden.
    α) Gerbstoff in der Epidermis *S. madagascariensis*
    β) Epidermis gerbstoffrei . . . . . *S. Safsaf*
  b) Kammerfasern fehlen . . . . . *S. huillensis*
  c) hierher gehören auch . . . . . *S. ramiflora*, *S. nigritina*

B) Spaltöffnungen nur auf der Unterseite.
  a) Spaltöffnungen tief eingesenkt. (Kutikula der Oberseite 10 μ. Höhe der oberen Epidersmis 40 μ, der unteren 60 μ). *S. Wilmsii*, *S. Woodii*

b) Spaltöffnungen im äusseren Niveau der Epidermis. (Epidermis niedriger als beiden vorhergehenden).
α) Kammerfasern und zahlreiche Drusen. Gerbstoff nicht allzureichlich.
I) Nur Spuren von Gerbstoff . . . *S. capensis*
II) Gerbstoff reichlicher *S. capensis var. gariepina*
β) Kammerfasern fehlen. Drusen spärlich. Sehr gerbstoffreich.
I) Ohne Trichome. Sklerenchym im Blattstiel. *S. mucronata*
II) Trichome sehr zahlreich. Kein Sklerenchym. *S. hirsuta.*
c) Hierher gehört auch . . . . . *S. crateradenia*

Ein genaueres Studium dieser Uebersicht lässt aber auch die genetischen Beziehungen zwischen den einzelnen Arten Afrikas erkennen, wie Fig. 2 lehrt. Der linke Ast, der die Spezies mit oberseitigen Spaltöffnungen umfasst, enthält die Arten Nord- und Westafrikas; der rechte Zweig die Spezies des Kaplandes und Südost-Afrikas. In dieser Gruppierung kommen auch die auf Grund morphologischer Betrachtungen gewonnenen verwandtschaftlichen Beziehungen zum Ausdruck.

Wenn *S. nigritina* Beziehungen zu *S. crateradenia* aufzuweisen hat, so liegt darin vermutlich eine Konvergenzerscheinung, ähnlich wie auch *S. mucronata* und *S. hirsuta* Anklänge an *S. huillensis* zeigen.

Die anatomisch noch nicht beschriebenen *S. Chevalieri* und *S. senegalensis* gehören wahrscheinlich dem Zweige des Stammbaumes an, der *S. Safsaf*, *S. huillensis* und Verwandte enthält. Zu dieser Vermutung berechtigt die soeben festgestellte Tatsache, dass die Arten des Ostens und Westens in Afrika streng geschieden sind.

C. Malagassische Art.

S. madagascariensis steht der *S. Safsaf* und *S. Wilmsii* recht nahe, wie aus dem Vorangegangenen hervorgeht. Ausserdem lässt aber eine Anzahl von Merkmalen ohne

weiteres einen Anschluss bei den *Tetraspermae* erkennen. Sieht man von den oberseitigen Spaltöffnungen ab, so hat *S. madagascariensis* mit den *Tetraspermae* folgende Merkmale gemeinsam: Einmal den bifacialen Bau des Blattes und die mangelhafte Ausbildung der Hypodermis. Die letztere kommt bei den *Tetraspermae* nur auf der Unterseite der Nerven, bei *S. madagascariensis* nur in der Nähe des Blattrandes vor. Ferner ist der Gerbstoff hier wie dort reichlich vorhanden, erfüllt sogar die Zellen der Epidermis.

Somit ergibt sich die Bestätigung der pflanzengeographischen Tatsache, dass die Flora Madagaskars nicht nur in naher Verwandtschaft zur afrikanischen Pflanzenwelt steht, sondern auch Beziehungen zur indischen Flora aufzuweisen hat.

D. Amerikanische Arten.

Die beiden amerikanischen Spezies lassen sich nach dem Bau des Mesophylls und der Dicke der Spreite leicht von einander unterscheiden.

S. Humboldtiana: Blatt isolateral. Das Mesophyll besteht aus 4—6 Palissadenschichten. Hypodermis fehlt. Die Dicke der Spreite übersteigt 130 μ nicht.

S. Bonplandiana: Nur zwei Schichten Palissadengewebe, darunter drei Schichten Schwammparenchym. Eine Hypodermis ist vorhanden. Die Dicke der Spreite erreicht etwa 200 μ.

In *S. Humboldtiana* begegnet uns noch einmal, wie bei *S. carmanica*, ein rein isolateraler Typus. Die individuellen Unterschiede sind hier gering, sie erstrecken sich im allgemeinen nur auf die Streifung der Epidermis und die Länge der Schliesszellen. Bei *S. Bonplandiana* erscheint die individuelle Variation wesentlich grösser. Wie die Diagnosen des II. Teiles lehren, ist die Oberseite im Flächenschnitte bald gestreift bald glatt; selbst die Wachshäufchen der Unterseite können fehlen, was allerdings nicht die Regel ist. Die obere Epidermis ist teils ebenso hoch wie die untere, teils niedriger, ihre Höhe schwankt zwischen 15

und 35 μ. Ferner ist die Stärke der Zellulosenmembranen und der Kutikula sehr ungleich.

E. Gesamtergebnis.

Die Frage, ob die einzelnen Kontinente scharf umschriebene Speziesgruppen besitzen, die als Subsektionen abzutrennen wären, ist entschieden zu verneinen. Die afrikanischen Arten scheinen zwar durch den Besitz verschleimter Radialwände ausgezeichnet zu sein; doch zeigen nicht sämtliche Spezies diesen Charakter. Auch will Gärtner, wie bereits erwähnt, die gleiche Erscheinung an *S. Bonplandiana* beobachtet haben. Auf jedem der in Betracht kommenden Erdteile finden sich die Vertreter aller anatomisch verschiedenen Typen, so dass die pflanzengeographischen Gruppen ebensowenig anatomische Gegensätze bilden, wie etwa die *Pleiandre* und die übrigen Gruppen der Gattung.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal, welchen Wert die Blattanatomie für die Systematik der *Humboldtianae* besitzt, so ergeben sich folgende Sätze.

1. Die Sektion als solche ist anatomisch nicht charakterisiert.

2. Innerhalb der Sektion lassen sich keine Untergruppen unterscheiden, wie es Camus für die europäischen Arten möglich war.

3. Dagegen gelingt es die einzelnen Spezies einschliesslich der Varietäten anatomisch zu umgrenzen.

Das ist ein überraschendes Ergebnis insofern, als gewöhnlich die Anatomie gerade die grösseren Verwandtschaftskreise am deutlichsten unterscheiden lässt.

4. Nach dem eben gesagten darf man den Wert der Blattanatomie für die Systematik der Gattung weder geringer noch höher einschätzen als den der äusseren Morphologie. Beide Methoden ergänzen sich vielmehr in erfreulicher Weise.

4. Veränderung anatomischer Merkmale.

1. Die Grenzen der Variabilität.

Für die Systematik der *Humboldtianae* kommen im allgemeinen dieselben anatomischen Merkmale in Betracht, wie für die übrigen Weiden, doch ist bei ihnen die Variabilität teilweise eine grössere.

Das trifft schon zu für die Form und den Bau des Blattstieles und des Mittelnerven. So wichtige Merkmale, wie sie etwa Camus' konstatierten, konnte ich nicht auffinden. Bei *S. acmophylla* schwankt z. B. die äussere Form des Stiels, vor allen Dingen aber die Tiefe der Einbuchtungen sehr stark; der Mittelnerv springt bald mehr, bald weniger vor. Ferner findet die Aufrollung und Wiedervereinigung der Xylemteile in verschiedener Höhe des Stieles statt. Bei *S. Safsaf*, die sich ebenso verhält, sind im Blattstiel bald drei bald fünf Gefässbündel vorhanden. Eine Sklerenchymscheide wird zwar fast durchgehends, aber sehr ungleich entwickelt. Sie verstärkt sich zumeist mit zunehmendem Alter des Blattes.

Auch die Ausbildung des Blattrandes zeigt für diese beiden Spezies grosse individuelle Verschiedenheiten.

Für die Epidermis, die ohne Zweifel von grosser systematischer Bedeutung ist, lässt sich folgendes konstatieren. Ein durchaus sicheres Merkmal ist das Vorhandensein oder Fehlen oberseitiger Spaltöflnungen. Nur für die Kapweiden ist dieser Satz nicht absolut giltig. Bei ihnen fehlen entweder die Spaltöffnungen oder sie sind in ganz geringer Anzahl vorhanden, dann aber stets gleichmässig verteilt und gut ausgebildet. Von den auf der Unterseite stets vorkommenden Spaltöffnungen schwankt oft stark die Zahl z. B. bei *S. tetrasperma*. Weniger veränderlich ist die Länge der Schliesszellen. Nur bei *S. capensis* sind die Schliesszellen 25 und 33 μ, bei der Varietät *gariepina*, sogar 25 und 35 μ lang.

Trichome finden sich nur selten auf ausgewachsenen Blättern. Sind sie in grosser Zahl vorhanden, so dürfen

sie auch als gutes systematisches Merkmal gelten, wie bei *S. hirsuta* und *S. acmophylloides*. Vereinzelt und nicht konstant finden sie sich bei *S. tetrasperma*, *S. acmophylla* u. a. Die Regel ist nämlich, dass die Trichome des jugendlichen Blattes später abgeworfen werden. Kommen neben vereinzelten Haaren die Insertionsstellen ehemals vorhandener vor (*S. tetrasperma*, *S. acmophylla*, S. *Daviesii*), so sind jene sicherlich der Ausnahmefall.

Form und Höhe der Epidermiszellen bilden sehr variable Merkmale. Am stärksten schwankt die Höhe bei S. *acmophylla* und S. *Bonplandiana*, nämlich zwischen 15 und 35 μ.

Was die Streifung der Kutikula anlangt, so bestätigen die pleiandrischen Weiden meine früheren Beobachtungen an Arten temperierter Gebiete. Selbst bei ein und demselben Individuum zeigt die Streifung eine gewisse Variabilität. Obwohl ich hiernach diesem Merkmale nur eine untergeordnete systematische Bedeutung zuerkennen möchte, musste es doch in Ermangelung anderer Charaktere zur Trennung von *S. Daviesii* und S. *persica* herangezogen werden.

Während die eben besprochenen Charaktere mit Ausnahme des letzten wenigstens bei dem Individuum konstant bleiben, gilt dies keineswegs mehr für das Mesophyll. Das Assimilationsgewebe ist der modulationsfähigste Teil des Blattes.

Als guter systematischer Charakter erweist sich dagegen der Gerbstoff, der für alle Spezies ausser für S. *Bonplandiana* in seinem Vorkommen stets nur auf bestimmte Gewebepartien beschränkt erscheint.

2. Die als Anpassungen zu deutenden Merkmale.

Während die soeben erwähnten mehr oder weniger variablen Merkmale nur die Schärfe der Rubrizierung beeinträchtigen, können die Anpassungsmerkmale die Kenntnis der phylogentischen Stellung der Spezies ganz bedeutend erschweren. In diesem Sinne bilden sie einen gewissen

Gegensatz zu den systematischen Charaktern. Nehmen wir aber an, dass von den ursprünglich variablen Eigenschaften nur die den Lebensbedingungen am besten entsprechenden sich erhalten, so ist klar, dass ein systematisches Merkmal in letzter Linie ein Anpassungsmerkmal sein kann, wenn auch nicht sein muss, und dass umgekehrt jedes konstant bleibende Anpassungsmerkmal mit gutem Rechte Anspruch auf systematische Bedeutung erheben kann. Einen Gegensatz zwischen systematischem Charakter einerseits und Anpassungserscheinung andererseits, möchte ich deshalb nur dann bestehen lassen, wenn das Anpassungsmerkmal nicht der Art als solcher, sondern nur einen beschränkten Teil von Individuen zukommt. Die Bedingung für den letzten Fall wäre aber ein grosses Areal der in Betracht kommenden Art, das an einigen Teilen besondere ökologische Bedingungen besitzt. Das würde etwa für *S. acmophylla* zu gelten haben.

Von Anpassungsmerkmalen im Bau der Gewebe werden in der Hauptsache nur Einrichtungen des Transpirationsschutzes in Betracht kommen. Man darf daher im Voraus vermuten, dass den Weiden als Bewohnern feuchter Standorte derartige Merkmale fehlen. In der Tat zeigt auch nur ein kleiner Teil der südafrikanischen Weiden Anpassungen an trockenes Klima, vor allem *S. Wilmsii*, *Woodii hirsuta*.

Versucht man dieses Verhalten aus dem klimatologischen Bedingungen des Landes herzuleiten, so kommt zunächst in Betracht, dass die südafrikanische Steppenprovinz einschliesslich des Kaplandes ein ausgesprochen trockenes Klima besitzt, unter welchem die Ausbildung xerophiler Struktur in hohem Masse begünstigt wird. Man sollte daher vermuten, dass sämtliche Weiden dieser Gebiete in ihrem Bau Anpassungen an trockenes Klima zeigen. Das ist aber, mit Ausnahme von *S. hirsuta*, bei den Kapweiden und denen Benguelas nicht der Fall. Man muss daher annehmen, dass diese südafrikanischen Arten den Wasserverlust durch Zufuhr aus dem Substrat zu ergänzen vermögen. Vermutlich bewohnen sie Standorte, an denen der Boden eine Aufnahme

des Wassers ermöglicht. Für *S. Wilmsii* aus Transvaal und *S. Woodii* aus Natal kommt zu dem trockenen Klima noch ein anderer Faktor hinzu, die relative Höhe des Landes über dem Meeresspiegel [Transvaal 1200 m][1]) und die während des Sommers häufig wehenden heissen und trockenen Nordwinde. Diese beiden Faktoren fördern die Transpiration. Die versenkten Spaltöffnungen, die hohen Epidermiszellen und die dicke Kutikula der Pflanze sind ein Schutz gegen Wasserverlust. Eine ähnliche Einrichtung dürfte die starke Behaarung von *S. hirsuta* bedeuten. Der fast sämtlichen, auch den nichtpleiandrischen Weiden zukommende verschleimten Epidermis kann ich keinen systematischen Wert beimessen. Sie ist als Wasserspeicher ebenfalls ein Transpirationsschutz; ihre Ausbildung ist aber nicht konstant und zeigt nur wenig Besonderheiten. Wollte man zur Charakterisierung der afrikanischen Weiden die verschleimten Radialwände heranziehen, so glaube ich, dass man bei der Verwendung dieses Merkmals leicht Irrtümern unterworfen sein kann.

Zahlreiche ökologische Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass Licht, Feuchtigkeitsgehalt der Luft und manche andern Faktoren modifizierrnd auf die Blattstruktur wirken, besonders den Bau des Mesophylls beeinflussen. Man sollte daher vermuten, dass gerade dieses Gewebe der pleiandrischen Weiden ausgesprochene Anpassungserscheinungen erkennen lasse. Wenn dies doch nicht der Fall zu sein scheint, so liegt der Grund dafür in unserer geringen Kenntnis der ökologischen Bedingungen, unter denen die tropischen Weiden vegetieren. Dazu kommt freilich, dass Veränderungen des Mesophylls nur innerhalb sehr geringer Grenzen sich vollziehen.

5. Phylogenetische Betrachtungen.

Wenn man das Werk der beiden französischen Forscher hauptsächlich wegen der überaus eingehenden anatomischen

[1]) Hann, Handbuch der Klimatologie 2. Aufl. III. 2 (1897). 370,

Charakterisierung und scharfen Rubrizierung der europäischen Arten als systematischen Führer durch die einzelnen Sektionen und Arten zu würdigen hat, interessiert uns an der Gärtnerschen Arbeit vor allem der Versuch, eine genetische Reihe durch die ganze Gattung hindurchzukonstruieren. Die Vermutung, dass die Anatomie den phylogenetischen Zusammenhang der Arten klarer erkennen lasse als die morphologische Betrachtung, hatte schon Dobrowljansky angedeutet[1]). Wenn Gärtner aber behauptet, dass in dieser Arbeit die europäischen Arten erschöpfend behandelt seien, so muss betont werden, dass Gärtner die viel umfassendere Spezialarbeit von Camus gar nicht kannte.

Gärtner verfährt im allgemeinen wie vor ihm Dobrojansky. Das Haupteinteilungsmoment ist das Mesophyll, vielleicht in etwas einseitiger Bevorzugung der daraus resultierenden Merkmale; denn das Auftreten des Gerbstoffs z. B. wird ganz übergangen; auch die Grössenverhältnisse finden keine Berücksichtigung u. a. m. Es ergeben sich so vier Typen, nämlich: „1. Der Palissaden-Unterhypoderm-Typus.“ 2. der Palissaden-Ober-Untersypoderm-Typus, 3. der Palissadentypus und 4. Palissaden-Schwamm-Typus.“ Den Palissadentypus mit unterseitiger Hypodermis, den Gärtner bei den *Pleiandrae* als vorherrschenden gefunden zu haben glaubt, betrachtet er als den primären und sucht die anderen Typen daraus abzuleiten. Dabei fusst er auf der durch die Paläontologie gestützten Hypothese, dass die *Pleiandrae* die ältesten Formen seien. Am Ende seiner Ausführungen gründet er schliesslich auf die vier Typen ein System, dem er zum Vergleich das Anderssonsche zur Seite stellt.

Obwohl Gärtner darauf aufmerksam macht, „dass sich das morphologische und blattanatomische System nur teilweise decken“, zeigt die Vergleisung doch, dass die anatomische Methode mit wenigen Ausnahmen die durch morphologische Untersuchung gewonnene Gliederung der Gattung bestätigt.

---

[1]) Dobrowljansky, l. c. 163, 169, 170.

1. Anschlüsse der Humboldianae an Weiden temperierter Gebiete.

Die pleiandrischen Weiden bilden eine Sektion, die sich nicht weiter in Subsektionen gliedert. Sie ist durch den Besitz vieler Staubblätter charakterisiert und von den nichtpleiandrischen Typen scharf geschieden. Die Arten temperierter Gebiete dagegen, an sich schon weit vielgestaltiger, bilden mehrere Verwandtschaftskreise, von denen einige mit ihren schmalen und spitzen Blättern im Habitus den *Humboldianae* nahe kommen. Dass in der Tat nähere Beziehungen zwischen diesen und den schmalblättrigen Formen temperierter Gebiete vorhanden sind, lehrt die Anatomie.

Ein durch die ganze Sektion der *Humboldianae* ziemlich konstant hindurchgehender Charakter sind die verhältnismässig grossen Spaltöffnungen, deren Längsdurchmesser zwischen 22 und 35 μ schwankt. Diese Eigentümlichkeit, die zur Trennung der tropischen Weiden von den Spezies temperierten Gebiete an sich nicht ausreicht, weil auch bei letzteren ähnliche Grössen begegnen, bietet einen Anhalt dafür, wo man jene Anschlüsse wird suchen müssen. Die Grösse der Spaltöffnungen beträgt nämlich nach Camus' Diagnosen nur für die Sektionen *Fragiles* und *Amygdalinae* mehr als 25 μ. Diese Gruppen umfassen diejenigen borealen Arten, welche einmal die grösste geographische Verbreitung besitzen, und deren Areale ferner am weitesten nach Süden reichen. Als Beleg hierfür mögen folgende Beispiele dienen.

Die *Fragiles* bewohnen die ganze nördlich gemässigte Zone. Von ihren Arten ist *S. lucida* Mühlenb. im atlantischen Nordamerika weit verbreitet, während das Arealszentrum für *S. arguta* Anderss. in Neu-Mexiko liegt. Unter den altweltlichen Arten erscheint *S. fragilis* L., als eine in ganz Vorderasien verbreitete Spezies. Noch grösser ist der Wohnbezirk von *S. triandra* L., der sich von Westeuropa bis zum Amurlande verfolgen lässt, während in Nordamerika die ihr verwandte *S. nigra* Marsh in dem ganzen weiten Gebiete des atlantischen Florenbezirkes gefunden wird. Von süd-

licheren Typen der *Amygdalinae* nenne ich nur *S. babylonica*, deren Areal sich mit der Verbreitung der vorderasiatischen *Acmophyllae* z. T. deckt.

Alle übrigen Sektionen haben Spaltöffnungen, deren Längsdurchmesser kleiner als 22 μ ist, freilich mit gewissen Ausnahmen. So beträgt nach Camus die Länge der Schliesszellen für *S. herbacea* L. 25—28 μ[1]). *S. phylicifolia L.* 20—30 μ[2]), *S. nigricans* Sm. 22—30 μ[3]), *S. hastata* L. 23—27 μ[4]).

Die Nachprüfung dieser Angaben ergab folgendes. Für *S. herbacea* bleibt dieser abweichende Charakter konstant. Bei *S. hastata* und *S. phylicifolia* schwankt auf einem und demselben Flächenschnitte der Längsdurchmesser zwischen 80 und 30 μ. Bei *S. nigricans* kommen Individuen vor, deren Spaltöffnungen 20 μ nicht erreichen, während sie bei anderen konstant 30 μ sind.

Sehen wir von diesen wenigen Ausnahmen ab, so steht fest, dass es unter den Weiden temperierter Gebiete ausser den *Fragiles* und *Amygdalinae* keine Sektion gibt, die bezüglich der Grösse der Spaltöffnungen an die *Humboldtianae* erinnert. Die ihnen ferner stehenden Gruppen, deren Spaltöffnungen wesentlich kleiner sind, bevorzugen entweder kalte Gebiete oder, wenn das nicht der Fall ist, sind ihre Areale enger umgrenzt als die Verbreitungsgebiete der *Fragiles* und *Amygdalinae*.

Die Frage, ob die *Humboldtianae* oder die ihnen ähnlichen bornalen Arten die stammesgeschichtlich älteren sind, kann nur die Paläontologie entscheiden.

2. Das Verhältnis der Humboldtianae zu den fossilen Weiden.

Durchmustert man die paläontologische Literatur, so ergeben die Beschreibungen und Abbildungen der ver-

[1]) Camus, l. c. I. 110.
[2]) Camus, l. c. I. 193.
[3]) Camus, l. c. I. 199.
[4]) Camus, l. c. I. 159.

schiedenen Autoren ein interessantes Resultat. Die weitaus grösste Mehrzahl der fossilen Weiden besitzt schmale und spitze Blätter, deren Spreiten oft grosse Dimensionen erreichen. Breitblättrige Formen, wie sie in der Verwandtschaft der *S. Caprea* etwa vorkommen, treten erst relativ spät auf, sind also psylogenetisch jünger. Im Diluvium fehlen sie nicht.

Von den charakteristischen männlichen Blütenständen ist leider nur wenig erhalten geblieben. Sieht man von einem kümmerlichen Bruchstück aus dem Miozän Nordgrönlands ab[1]), so kommen nur noch die von Goeppert[2]) beschriebenen und abgebildeten Weidenkätzchen der tertiären Flora von Schossnitz in Betracht. Es sind lockerblütige Kätzchen, wie sie gegenwärtig nur noch einigen tropischen Arten eigen sind. Dass die letzteren in der Tat mit den fossilen Formen unmittelbar verwandt sind, beweist vor allem die beiden gemeinsame grössere Zahl von Staubblättern, welche nach Göppert „immer die bei Weiden gewöhnliche Zahl von 2 übersteigt". Meist sind es 6—8. Die Weiden früherer Erdperioden waren also pleiandrisch, wie es gegenwärtig nur noch die *Humboldtinae* sind.

Allerdings ist gelegentlich, aber dann auch nur teratologischer Fall, beobachtet worden, dass bei *S. alba* und S. fragilis 3—5, bei *S. pentandra* bis 8 Staubblätter, vorkommen[3]). Da jedoch die Vermehrung im Androeceum hier nur einen immerhin recht seltenen Ausnahmefall bedeutet, so dürften sich die letztgenannten Spezies nicht direkt von den fossilen ableiten lassen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit kann diese Erscheinung als Atavismus gedeutet werden, der auf die nähere, wenn auch nicht unmittelbare Verwandtschaft der *Fragiles* und *Amygdalinae* mit den fossilen wie tropischen Weiden hinweist. Für die

---

[1]) Heer, Fl. foss. arct. I (1868). 101; Tab. IV Fig. 8c.

[2]) Goeppert, Tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien. Görlitz (1855). 27.

[3]) O. Penzig, Pflanzen-Teratologie II. (1894). 315, 319.

bereits erörterten Beziehungen der tropischen Formen zu denjenigen temperierter Gebiete bestätigen diese Tatsachen somit in glänzender Weise das Ergebnis, zu dem das Studium der anatomischen Blattstruktur gelangt war.

Die *Humboldtianae* müssen hiernach als alte Typen angesprochen werden. Was sich von ihnen bis in die Gegenwart erhalten hat, sind Relikte einer früher intensiveren Verbreitung, deren Areal bis in die nördlich gemässigte Zone reichte. Die entwicklungsgeschichtliche Pflanzengeographie hat ja auch in den letzten Jahrzehnten nachgewiesen, dass nicht wenige subtropische und tropische Typen aus dem Tertiär bis in die Gegenwart in wenig veränderter Form sich erhalten haben. Das Mittelmeergebiet und die pontischen Florenbezirke bieten für solche Forschungen das aussichtsvollste Feld. Gerade im Orient liegen aber auch die nördlichsten Standorte der rezenten *Pleiandrae*.

3. Phylogenetische Entwicklung der Gattung.

Ueber das geologische Alter der Gattung *Salix* schreibt Unger[1]): „Es ist mehr als wahrscheinlich, dass die Weiden zu den ältesten Dikotyledonen zählen, indem Spuren davon schon in den Kreideschichten, wenn auch nicht sehr deutlich und bestimmt, vorhanden sind".

Wenn auch Penhallow[2]) neuerdings diesen Ungerschen Gedanken weiter ausführt, und namentlich auf nordamerikanischem Boden die Gattung bis in die untere Kreide zurückverfolgt, so muss bei dem Mangel an Blüten und Früchten demgegenüber doch betont werden, dass der kritische Masstab, den Schenk[3]) an die Funde der Kreidezeit anlegt, durchaus seine Berechtigung hat. Es ist möglich, ja vielleicht wahrscheinlich, dass die Weiden bis in die Kreide zurückreichen; doch lässt sich wegen der Mangel-

[1]) F. Unger, Geologie der europäisehen Waldbäume. Mitteilungen des naturw. Ver. Steiermark II (1869). 47.

[2]) Penhallow in Amer. Natur. XXXIX (1905). 521.

[3]) A. Schenk, Phytopaläontologie. München und Leipzig (1890). 465.

haftigkeit der paläontologischen Urkunden ein sicherer Nachweis für diese Annahme nicht erbringen. Als festgestellt muss aber die weite Verbreitung der Weiden im Tertiär gelten. Von hier aus kann man die Gattung durch die eiszeitlichen Ablagerungen bis in die Gegenwart verfolgen.

Selbst wenn man von der Sektion der *Humboldtianae* absieht, ist die Gattung *Salix* sowohl in Amerika wie auch in Eurasien mit einer grossen Artenzahl vertreten, und sie erreicht gerade in den gemässigten Strichen der nördlich-gemässigten Zone in der Gegenwart ihre Hauptentwicklung. Mit Recht hat Penhallow[1]) noch darauf hingewiesen, dass die alte und neue Welt auch identische Arten mit einander gemeinsam haben. In seiner Tabelle führt er als gemeinsamen Besitz Europas und Nordamerikas sieben Arten an. Solche Tatsachen nötigen zu dem Schluss, dass die Gattung *Salix* zirkumpolaren Ursprungs ist und von hier aus unter dem Einflusse der Eiszeit sowohl die alte als die neue Welt besiedelt hat. Daraus geben sich ungezwungen die getrennten Areale in Amerika und Eurasien.

Wie die Vorbereitungsverhältnisse der Gattung *Salix* im Tertiär gelegen haben mögen, ist eine schwer zu lösende Frage. Ausgeschlossen ist aber die Möglichkeit nicht, dass schon zur mittleren Tetiärzeit pleiandrische Weiden in Mitteleuropa und im wärmeren Nordamerika wuchsen, während weiter nordwärts diandrische Typen sich herausdifferenziert haben mochten. Als Stütze dieser Annahme muss an den Nachweis pleiandrischer Weiden aus dem Tertiär Schlesiens erinnert werden; und auch die von Pax[2]) gegebene Entwicklung der Gattung *Acer*, die sich auf sehr zahlreiche fossile Funde stützt, erinnert lebhaft an den Entwicklungsgang der Weiden.

Die Sektion der *Humboldtianae* gehört nach dieser Auffassung dem tertiär-bornalen Elemente Englers an,

---

[1]) Penhallow, l. c. 513.

[2]) Pax, *Aceraceae* in Pflanzenreich, Heft 8 (1902). 4, Taf. II. Dort auch die weitere Literatur.

und es entspricht durchaus den durch die genetische Pflanzengeographie gewonnenen Erfahrungen, dass dieser Verwandtschaftskreis jetzt in tropische Gebiete eingewandert ist und seine letzten Spuren noch in den östlichsten Teilen des Mittelmeergebietes hinterlassen hat. Man muss daher Penhallow[1]) durchaus beipflichten, wenn er das jetzige Areal der *Humboldtianae* auf eine Erhaltung alter Typen zurückführt. Das stark zerklüftete Areal, das diese Sektion in der Gegenwart besitzt, entstand daher nicht durch eine rezente Besiedlung, sondern ist die Folge des Erlöschens alter Sippen in einem weiten, ehemals geschlossenen Verbreitungsbezirke. Die Ausbildung weiter Steppengebiete im Tropengürtel musste notgedrungen diese Entwicklungsvorgänge begünstigen.

Wenn auch früher betont werden musste, dass innerhalb der *Humboldtianae* eine Gliederung in Subsektionen nicht statthaft ist, muss auf der andern Seite doch hervorgehoben werden, dass die afrikanischen Arten zu den asiatischen Typen in einer näheren Verwandtschaft stehen als zu *S. Humboldtiana* und *S. Bonplandiana*. Das entspricht nur der früh eingetretenen Isolierung dieser Typen auf amerikanischem Boden, während eine gemeinsame Entwicklung der altweltlichen *Humboldtianae* noch längere Zeit möglich war. In Amerika hat eine Neubildung von Sippen seit dem Tertiär kaum stattgefunden. Die dort entwickelten beiden Arten haben daher im grossen und ganzen die Blattgestalt ihrer Vorfahren treu bewahrt. Aber auch in der alten Welt ist der Endemismus der Hauptsache ein konservativer; denn nirgends lassen sich die Spuren einer energisch einsetzenden Artenbildung nachweisen.

Wie schon oben gesagt wurde, ist nach unseren jetzigen Kenntnissen die Existenz diandrischer Weiden für die Tertiärzeit bei dem Mangel an fossilen Funden nicht zu erweisen. Ob sie durch Reduktion aus pleiandrischen Formen entstanden sind, was ich für wahrscheinlich halte, mag hier

---

[1]) Penhallow, l. c. 525.

dahingestellt bleiben. Für eine solche Annahme spricht aber ohne Zweifel die weite Verbreitung der S. *pentandra* die in der Zahl der Staubblätter den *Humboldtianae* noch nahe kommt. Ihr Areal reicht von Westeuropa bis Kamtschatka. Sodann aber darf nicht vergessen werden, dass in einem Gebiete, in dem uns die Erhaltung tertiärer Typen überaus häufig begegnet, nämlich im extratropischen Ostasien, noch mehrere Arten vorkommen, die durch eine grössere Anzahl von Staubblättern in der männlichen Blüte sich auszeichnen. Seemen[1]) hat dazu noch die Sektion der *Urbanianae* hinzugefügt.

---

[1] O. v. Seemen, *Salices Japonicae.* Leipzig (1903). 15.

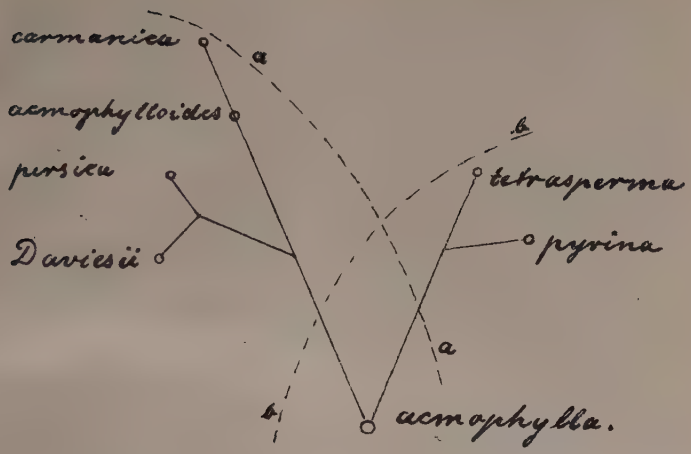

Fig. 1

a a Oberseite mit, b b ohne Spaltöffnungen.

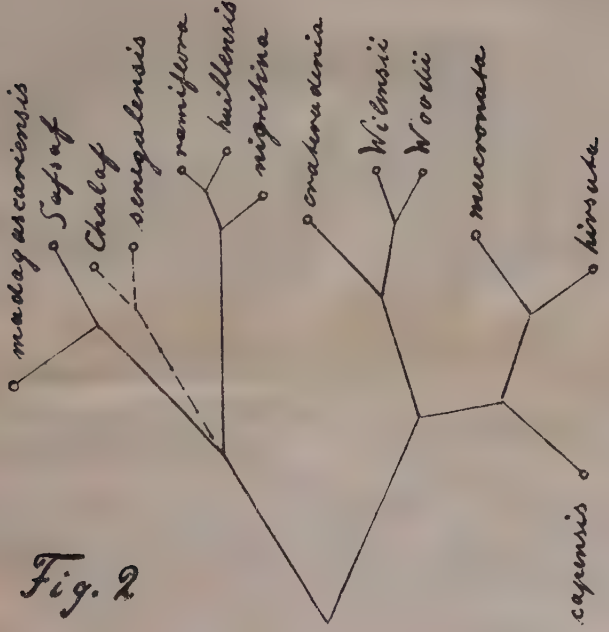

Fig. 2

Lebenslauf.

Am 21. Juli 1883 wurde ich, Friedrich Bauer, als zweiter Sohn des verstorbenen Kaufmanns Max Bauer zu Breslau geboren. Meinen ersten Unterricht erhielt ich $3^1/_2$ Jahre lang auf einer Volksschule meiner Vaterstadt, darauf auf dem Realgymasium zum heil. Geist, von wo ich Michaelis 1900 nach der hiesigen Realschule II überging.

Mit dem Reifezeugnis dieser Anstalt widmete ich mich seit Michaelis 1901 an hiesiger Universität dem Studium der Physik, Chemie und Mineralogie. Nach vier Semestern verliess ich die Universität wieder, um mich privatim für die Prima einer Oberrealschule vorzubereiten.

Nach 2-jährigem Besuch der Oberrealschule zu Freiburg in Schlesien bestand ich daselbst die Reifeprüfung und studierte seit Ostern 1906 wiederum an hiesiger Universität und zwar hauptsächlich biologische Naturwissenschaften. Eine von der philosophischen Fakultät gestellte Preisaufgabe wurde von mir bearbeitet und am 27. Januar mit dem vollen Preise gekrönt. Sie bildet die Grundlage zu vorliegender Arbeit. Am 12. Mai 1909 bestand ich das Examen rigorosum.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Uebungen folgender Herren Professoren und Dozenten:

Abegg, Ahrens, Baumgartner, von dem Borne, Frech, Freudenthal, Gürich, Herz, Hintze, Hönigswald, Kühnemann, Kükenthal, Laden-

burg, Lummer, J. Meyer, O. E. Meyer, Pax, Riesenfeldt, Rosanes, Rosen, A. Sachs, Sackur, Stern, Strecker.

Allen meinen verehrten Lehrern spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.

Ganz besonders bin ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Pax, für das während meines Studienganges mir stets bewiesene persönliche Wohlwollen und Interesse sowie eine reiche wissenschaftliche Förderung dauernd zu aufrichtigem, herzlichem Danke verpflichtet.

Auch danke ich an dieser Stelle den während meiner Studienzeit am hiesigen Botanischen Institut als Assistenten tätigen Herrn Dr. H. Winkler, Dr. A. Lingelsheim, und Dr. C. Gehrmann für ihre liebenswürdigen Unterstützungen und Ratschläge.